Desenvolvimento rural e processos sociais nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Gabriela Sousa Melo
Brenda Ellen Lima Rodrigues
(Organizadoras)



Atena Editora
Ano 2022

Desenvolvimento rural e processos sociais nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Gabriela Sousa Melo
Brenda Ellen Lima Rodrigues
(Organizadoras)



Atena Editora
Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Gabriel Motomu Teshima
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadoras: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Gabriela Sousa Melo
Brenda Ellen Lima Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento rural e processos sociais nas ciências agrárias / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Gabriela Sousa Melo, Brenda Ellen Lima Rodrigues. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-864-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.646223101

1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Melo, Gabriela Sousa (Organizadora). III. Rodrigues, Brenda Ellen Lima (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas no mundo, que ao longo das últimas décadas através do emprego de tecnologia inovadora em todas as áreas de abrangência têm crescido exponencialmente em produtividade quanto as áreas cultivadas, cada vez mais próximas de habitações, levando o desenvolvimento rural a estar inerentemente atrelado a mudanças sociais e constantemente moldando o comportamento da sociedade em face ao desenvolvimento rural.

A obra “Desenvolvimento Rural e Processos Sociais nas Ciências Agrárias” compila diversos estudos com enfoque nas questões sociais que se destacam dentro do setor rural e que influenciam o desenvolvimento agrícola, de modo a esclarecer tais processos dando a devida importância ao desenvolvimento social no campo, além de colaborar quanto a informações voltadas ao leitor, destacando a proeminência das pesquisas e das atividades de extensão voltadas a este sentido.

Os conhecimentos e informações técnicas gerados através dos estudos inclusos neste livro são inegavelmente necessários para o compartilhamento de aprendizagens no dia a dia do meio rural, tendo cunho específico nos processos sociais que decorrem do crescimento agrícola nacional buscando apreciar aspectos sociais. Além de contribuir para solução de problemas associados a qualidade de vida de pessoas ligadas ao campo.

Os processos sociais que ocorrem no meio rural são de suma importância, pois levam a um crescimento rural adequado. Neste cenário, a obra permite que com a reunião de escritos nessa linha de pesquisa as informações apresentadas sejam impactantes no momento da tomada de decisões, proporcionado assim facilidade quanto a administração de recursos sociais no campo.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Gabriela Sousa Melo
Brenda Ellen Lima Rodrigues

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

AGRICULTURA FAMILIAR E AGRICULTURA PATRONAL: UMA DUALIDADE NO SISTEMA AGRÁRIO

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 08/10/2021

Albina Graciéla Aguilar Meus
Universidade Federal do Pampa
Itaqui - Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/0453251294543096

Sandra Eli Pereira da Rosa
Universidade Integrada do Alto Uruguai das Missões
Santo Ângelo - Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/6582535434524712

Paulo Roberto Cardoso da Silveira
Universidade Federal do Pampa
Itaqui - Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/4810993692434345

Trabalho apresentado com o título "Dualidade no sistema agrário do município de Itaqui-RS", no 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE Universidade Federal do Pampa l Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018.

RESUMO: No município há uma dualidade no sistema agrário, a qual pode ser representada, de um lado, pela agricultura patronal (produção orizícola e pecuária extensiva) e, de outro, pela agricultura familiar (produção diversificada). A base da economia do município está fortemente atrelada à produção e beneficiamento de arroz e a pecuária extensiva de corte, no entanto é nesse cenário que a agricultura familiar busca seu desenvolvimento com auxílio de políticas públicas. O presente estudo tem como objetivo a compreensão da dinâmica sócio-produtiva do sistema agrário do município de Itaqui-RS. O trabalho trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica. Pode-se evidenciar pela pesquisa a dualidade no sistema agrário do município de Itaqui, que está atrelada ao nível de tecnologia, acesso à terra, acesso a crédito e políticas públicas. Considera-se que no caso da orizicultura assim como pecuária extensiva o grande desafio é compatibilizar o contínuo crescimento da produtividade com práticas sustentáveis que não signifiquem uma agressão ao meio-ambiente e a saúde da população. No caso da agricultura familiar necessita-se de políticas públicas capazes de criar condições favoráveis a sua reprodução social, envolvendo crédito, extensão rural, comercialização e formação continuada.

PALAVRAS-CHAVE: Diversificação produtiva, Monocultura do arroz; Pecuária extensiva; Sistema agrário.

FAMILY FARMING AND EMPLOYER'S AGRICULTURE: A DUALITY IN THE AGRARIAN SYSTEM

ABSTRACT: In the municipality there is a duality in the agrarian system, which can be represented, on the one hand, by employer's agriculture (orizoculture production and extensive livestock) and, on the other, by family farming (diversified production). The basis of the municipality's economy is strongly linked to rice production and processing and extensive beef cattle, however it is in this scenario that family agriculture seeks its development with the help of public policies. The present study aims to understand the socio-

productive dynamics of the agrarian system of the municipality of Itaqui-RS. The work is a bibliographic review research. The research shows the duality in the agrarian system of the municipality of Itaqui, which is tied to the level of technology, access to land, access to credit and public policies. It is considered that in the case of oriziculture as well as extensive livestock the great challenge is to make the continuous growth of productivity compatible with sustainable practices that do not mean an aggression to the environment and the health of the population. In the case of family farming, public policies capable of creating favorable conditions for their social reproduction are needed, involving credit, rural extension, marketing and continuing education.
KEYWORDS: Productive diversification; Monoculture of rice; Extensive livestock; Agrarian system.

INTRODUÇÃO

No município há uma dualidade no sistema agrário, a qual pode ser representada, de um lado, pela agricultura patronal (produção orizícola e pecuária extensiva) e, de outro, pela agricultura familiar. A base da economia do município está fortemente atrelada à produção e beneficiamento de arroz, mas existe uma grande variedade de outros cultivos no município oriundos principalmente da agricultura familiar (FLORIANO JÚNIOR, 2011). O município é o segundo maior produtor de arroz do Rio Grande do Sul, contando com grandes empresas de beneficiamento do produto, o que acarretou num reconhecimento no cenário nacional. Entretanto, a agricultura familiar pode ser caracterizada pela diversificação da produção utilizando pouca área, também contribui para o consumo das famílias agrícolas e aumento da renda, através da comercialização dos produtos.

Para compreender a dinâmica do espaço agrário em sua diversidade, torna-se fundamental utilizar-se de metodologia que permita identificar as razões da diferenciação entre os distintos sistemas de produção (ALENDE, 2006). Para este autor, tal análise possibilita a identificação das políticas e programas que podem atender as especificidades de cada sistema de produção entendido como a lógica de organização dos recursos disponíveis ao gestor da unidade de produção agrícola (terra, capital, trabalho). Mas na perspectiva desenvolvida na França, conhecida como Análise-Diagnóstico dos Sistemas Agrários, a definição dos diferentes sistemas de produção exige uma compreensão da dinâmica do desenvolvimento da região, partindo-se das formas de ocupação do espaço geográfico e da historicidade das relações sociais de produção, o que constitui um determinado sistema agrário (MAZOYER e ROUDART, 2010).

Deste modo, o diagnóstico busca entender o contexto no qual os agricultores estão inseridos e identificar quais os agentes que interagem na produção agrícola, quais as tendências evolutivas regionais das categorias sociais presentes no rural (segundo a relação com o espaço rural, como assalariados agrícolas ou urbanos, aposentados, comerciantes, prestadores de serviços, agricultores, etc...) além de explicitar os diferentes sistemas produtivos (ALENDE, 2006).

Dentro da categoria agricultores, pode-se diferenciar a agricultura familiar e patronal, as quais se referem ao tipo de mão-de-obra utilizada prioritariamente e a lógica de gestão em relação ao objetivo do gestor (no caso do segmento patronal o objetivo é a geração de lucro e na agricultura familiar as motivações são variadas, desde a manutenção das necessidades básicas da família, passando pela preservação do patrimônio para a geração seguinte, até a maximização da força de trabalho, dentre outros).

O presente estudo tem como objetivo a compreensão da dinâmica sócio-produtiva do sistema agrário do município de Itaqui-RS. Deste modo, busca-se evidenciar as diferenças entre dois segmentos importantes do espaço rural: a produção Orizícola em maior parte de base patronal e a agricultura familiar que desenvolve atividades variadas.

METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica, a qual possibilitou um referencial para análise do contexto abordado. Busca-se o referencial acerca do conceito de sistema agrário, suas especificidades teórico-metodológicas, ancorando a identificação das diferenças existentes entre as duas categorias sociais de agricultores do município de Itaqui - RS; utiliza-se fontes secundárias (dados do IBGE, IRGA e de estudos recentes), destacando-se o artigo em parceria entre UNIPAMPA e UNIJUÍ (2016), sobre a caracterização do sistema agrário do município (BASSO e OLIVESKI, 2016). Para entender as diferenças existentes nos sistemas de produção foi necessário dimensionar alguns fatores como: áreas referentes às agriculturas patronal e familiar, modo de organização da produção agrícola, tecnologia empregada. Utilizou-se de informantes-chaves (profissionais com atuação na área agrícola e lideranças dos agricultores), além de percorridas no terreno e visitas às unidades de produção agrícola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 | AGRICULTURA FAMILIAR DE ITAQUI-RS

Conforme a pesquisa de Basso e Oliveski (2016), indica que o município de Itaqui pode ser dividido em 4 microrregiões das quais podem ser distribuídas em tipo de produção e nível de tecnologia adotado pelos agricultores, nesse sentido a microrregião 4 que é composta pela localidades (Curuçu, Passo da Cachoeira e Itaó) é fortemente caracterizada pela agricultura familiar. Nas demais regiões existem muitas propriedades familiares no entanto em número bem reduzido e ficam entre as grandes propriedades patronais. Essas localidades da microrregião 4 ficam a uma distância de 80 a 100 km da região urbana (OGASSAWARA et al, 2016), que dificulta o acesso aos consumidores. O trajeto é realizado uma vez ao mês para realização do feirão, a Secretaria da Agricultura e Emater são

responsáveis pela organização, os agricultores e os produtos são trazidos no caminhão-ônibus adquirido por emendas parlamentares. Os tratores utilizados na agricultura familiar para produção agrícola no manejo do solo são por concessão as associações formadas pelos agricultores. A patrulha agrícola é adquirida por comodato que todo ano é renovado com a Prefeitura. No município são 9 as associações das quais 7 são com o objetivo de compartilhar maquinas (TÉCNICO DA SECRETARIA DA AGRICULTURA, 2021).

A agricultura familiar é caracterizada pela mão-de-obra empregada é exclusivamente da família, com propriedades de médio e pequeno porte, com uma agricultura mais diversificada, intensiva e capitalizada (BASSO e OLIVESKI, 2016).

Entre os agricultores familiares de pequeno porte ocorre uma maior diferenciação técnica e socioeconômica. A diferenciação técnica pois são dependentes de profissionais de assistência técnica fornecida pelo estado como a Emater, Secretaria Municipal da Agricultura e SEAPDR - Pecuária e Desenvolvimento Rural por meio dessas instituições é ofertado serviço de assistência técnica gratuita, proporcionando menor custo de produção com maior qualidade dos produtos. No entanto, conforme relatório da Emater (2017), a média de técnicos da empresa por município é de 1,77, enquanto da SEAPDR 0,99 e da Secretaria Municipal da Agricultura é 1,22, o que indica que o setor requer maior atenção por parte de seus governantes, visto que o baixo número de técnicos compromete a qualidade dos serviços prestados. A diferenciação socioeconômica ocorre em função do tamanho do lote de terra, da combinação de atividades e do grau de intensificação da produção. Conforme Floriano Junior (2011), a agricultura familiar envolve 2.368 unidades de produção agrícola que ocupam até 80 hectares que corresponde a 69,23%.

Em contrapartida vale ressaltar que a agricultura familiar, historicamente, permaneceu marginalizada, oculta à sombra da produção orizícola e da pecuária de corte (patronais) (OGASSAWARA et al, 2016), mesmo representando o maior segmento em número de estabelecimentos agropecuários, mesmo que ocupando uma área menor (CERETTA, 2013).

Uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento da agricultura familiar é a forma de comercialização dos produtos sendo realizado, apenas em circuito curto em feiras, que por muito tempo foram a única forma de escoamento da produção. Conforme Ogassawara et al., (2016) o PAA - Programa de aquisição de alimentos começou a ser operacionalizado em 2014, sendo que o município foi o primeiro da fronteira oeste - RS a acessar, que possibilitou transformações trazendo garantia de renda para os agricultores familiares. No entanto, a dependência das políticas públicas de mercados institucionais (PAA e PNAE), representa um fator limitante. Outro problema que é apresentado por Talhaferro (2013), aponta os problemas de deriva nas plantações dos agricultores familiares ocasionados pelos agrotóxicos utilizados nas lavouras de arroz.

1.1 Agricultura patronal de Itaqui-rs

No município de Itaqui a agricultura patronal é representada pela produção de arroz e criação extensiva de bovinos de corte. Conforme Basso e Oliveski (2016), pode se afirmar que as microrregiões 1, 2 e 3 são consideradas agricultura patronal e podem ser caracterizadas pelo alto nível de especialização, ocupam grandes extensões de terras e são bastante capitalizadas. O que propicia na microrregião 1 a presença maior de estabelecimentos da monocultura de arroz, é devido às características hidrológicas (Rios Uruguai e Ibicuí, além de barragens) e de solo sendo que predomina em 56,78% o Plintossolo que boa aptidão para cultivo de arroz, o relevo é caracterizado por planícies e várzeas.

Existem muitas empresas que trabalham no ramo de prestação de serviços técnicos e na comercialização de máquinas e implementos agrícolas. Há um grande parque industrial voltado ao beneficiamento do arroz, à importação e exportação do produto. Brum e Portela (2007) constataram em seu trabalho que os municípios que mais industrializam o arroz são Itaqui e São Borja. Deste modo, percebe-se a relevância da produção Orizícola na dinâmica econômica de Itaqui e região.

Tratores	1.065 unidades
Semeadeiras/plantadeiras	452
Colheitadeiras	354
Adubadeiras e/ou distribuidores de calcário	170

Tabela 2. Quantidade de máquinas utilizadas na produção orizícola.

Fonte: IBGE, 2020.

A microrregião 2 é mais utilizada na pecuária extensiva de corte, pois o relevo é levemente ondulado, solo arenoso, campos nativos, pouca hidrografia, o que há necessidade de barragens e baixa densidade demográfica (BASSO e OLIVESKI, 2016). As pastagens de formação do bioma pampa contribuem para o desenvolvimento da atividade pecuária.

1.2 Dualidade no sistema agrário de Itaqui-rs

A existência da dualidade nos sistemas de produção no município de Itaqui - RS se explica por diversos fatores que para serem compreendidos deve-se considerar a definição de Chonchol (1994), em relação a agricultura "um sistema técnico, econômico e social para a produção de alimentos, no qual se inter relacionam três grandes componentes: o ecológico ou ambiental, o tecnológico e o econômico-social". Assim, necessita-se elencar vários aspectos em relação à configuração observada no espaço rural de Itaqui, onde desnuda-se a relação sobre os três componentes apontados por Chonchol. Os

procedimentos metodológicos aqui utilizados têm como base a teoria de sistemas agrários. Esta perspectiva analítica busca compreender os sistemas agrários a partir da diferenciação social, produtiva e econômica em um determinado espaço agrário. A análise pretende dar conta da complexidade da diversidade que, em geral, caracteriza as atividades agrícolas, permitindo explicitar o modo de utilização e a maneira que exploram o potencial do espaço (INCRA, 2018).

As diferenças existentes no sistema agrário podem ser quanto a dimensão da área utilizada nos dois tipos de agricultura, na produção arrozeira a área média utilizada é de 512 hectares (TALHAFERRO, 2013). Enquanto a agricultura familiar as unidades de produção agrícola a área é de menos 1 ha até 80 ha (FLORIANO JUNIOR, 2011). Nesse sentido, observa-se que o espaço rural passou por significativas transformações que alteraram sobremaneira o seu perfil ocupacional. Isto proporcionou uma agricultura cada vez mais intensa na utilização dos fatores produtivos, ocupando um número cada vez menor de trabalhadores. A seguir a tabela 1. apresentada mostra o contraste entre os tipos das agriculturas: a patronal com a monocultura de arroz e a familiar que produz os mais variados produtos.

Sistema de produção	**Produtos**	**Quantidade produzida**	**Área utilizada**	**Estabelecimentos**
Patronal	Arroz	568.466 toneladas	70.480ha	128 unidades
Patronal	cab.de boi	150.258	-	378 unidades
Familiar	Batata doce	300 toneladas	25ha	-
Familiar	Laranja	50 toneladas	10ha	04 unidades
Familiar	Milho	16.750 toneladas	2.011ha	14 unidades
Familiar	Leite	1.577 mil litros	-	-
Familiar	Ovos	94 mil dúzias	-	-
Familiar	Mel	19.400kg	-	-
Familiar	Mandioca	90 toneladas	15 ha	13 unidades

Tabela 1. Produtos da agricultura familiar e patronal, traz dados da quantidade produzida, área plantada e o rendimento médio das culturas.

Fonte: IBGE, 2020.

Constata-se que cada tipo de agricultura se articula diferentemente com o desenvolvimento do município nas três diferentes dimensões propostas por Chonchol: socioeconômica, tecnológica e ambiental. No aspecto socioeconômico, além das diferenças no destino da produção (a orizicultura após o processamento do arroz alimenta circuitos nacionais de produção e a agricultura familiar produz para mercado local), evidencia-se que no aspecto da distribuição de renda, tanto por hectare, como pessoal envolvido, a

agricultura familiar é mais eficaz, além de proporcionar um espaço rural mais habitado em contrapartida de um vazio rural nas áreas de arroz da agricultura patronal. Do ponto de vista ambiental observa-se que a agricultura familiar utiliza menos agroquímicos, produzindo alimentos mais saudáveis e com menos degradação do solo, caracterizando sistemas de produção mais sustentáveis. Já no caso da produção orizícola, verifica-se maior uso de agroquímicos, provocando poluição de água e solo, além de ameaçar a viabilidade de outras culturas devido ao fenômeno da deriva e a utilização de pulverização aérea. As figuras abaixo ilustram a diferença na organização da produção e nos meios tecnológicos utilizados.



Figura 1: Organização das propriedades da agricultura familiar.

Fonte: dos autores, 2018.



Figura 2: Produção orizícola: IRGA divulga resultados da Safra por municípios, 2013.

Fonte: KONRAD, N. 2013.

Entre as figuras há um contraste que demonstra o modo de produção da agricultura familiar e orizicultura. Os trabalhos realizados na agricultura familiar são hegemonicamente baseados na tração humana, enquanto na orizicultura se dispõe de tecnologia capital-intensiva. Isto determina que na agricultura familiar dependa da disponibilidade de capacidade de trabalho entre seus membros. Neste sentido, a dificuldade das unidades de produção possuem na família apenas pessoas já de meia idade, sendo pequena a presença de jovens. Aponta-se como um desafio para o desenvolvimento de Itaqui a viabilização da sucessão familiar. No caso da Orizicultura, o investimento constante em mecanização contribui para a diminuição do uso de mão-de-obra, o que significa menor capacidade de gerar ocupação.

CONSIDERAÇÕES

Na economia do município de Itaqui sua principal fonte de renda está associada à produção de arroz, encabeçando um conjunto de atividades relacionadas com a logística de transporte e processamento, bem como, de prestação de serviços. Esta forte dependência da cultura orizícola faz com que historicamente a agricultura familiar com produção diversificada fique na invisibilidade diante das políticas públicas e passe despercebido nos indicadores sociais e econômicos.

Esta realidade tem começado a mudar nos últimos anos, onde a agricultura familiar surge com potencial econômico voltado à movimentação do mercado local; no aspecto social é percebida como eficaz quando analisada pela distribuição de renda, visto que envolve mais famílias que a agricultura patronal e gerando mais valor por hectare; Ambientalmente, seus sistemas menos intensivos em relação a agroquímicos e mecanização pesada possibilita menor impacto ambiental e uma produção de alimentos mais saudáveis. O acesso aos mercados institucionais e o fortalecimento da comercialização direta tem representado a condição para a reprodução social da agricultura familiar, a qual tem buscado a diferenciação de produtos pela constituição de agroindústrias familiares. No caso da orizicultura assim como na pecuária extensiva o grande desafio é compatibilizar o contínuo crescimento da produtividade com práticas sustentáveis que não signifiquem uma agressão ao meio-ambiente e a saúde da população. No caso da agricultura familiar necessita-se de políticas públicas capazes de criar condições favoráveis a sua reprodução social, envolvendo crédito, extensão rural, comercialização e formação continuada.

REFERÊNCIAS

ALENDE, C. R. M. **Estudos dos Sistemas de Produção dos Agricultores da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul**. 155f. Dissertação (Tecnólogo em Desenvolvimento Rural), Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

BASSO, N. e OLIVESKI, F.E. **Diagnóstico e Estratégias de Desenvolvimento Agrícola do Município de Itaqui-RS**, Ijuí, UNIJUÍ – Departamento de Estudos Agrários, 2016.

BRUM, A, L; PORTELA, E, F, M. **As estratégias de competitividade para a cadeia produtiva do arroz: O caso das cooperativas da fronteira-oeste do Rio Grande do Sul (BRASIL) Desenvolvimento em questão**. Editora Unijuí. ano 5, n. 9 • jan./jun.2007.

CERETTA, J. V**. Evolução e diferenciação dos sistemas agrários de Itaqui-RS: As decorrências à produção e beneficiamento do arroz.** 76f. 2013. Dissertação (Tecnólogo em Desenvolvimento Rural), Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

CHONCHOL, J. **Sistemas agrarios en América Latina**. México: Fondo de Cultura Económica, 1994.

EMATER. Rio Grande do Sul / ASCAR. **Pecuária familiar**. Porto Alegre, 2003. 78p. (Série Realidade Rural, 34).

FLORIANO Jr., M. B. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf e seu Desenvolvimento no município Itaqui-RS:.** 76f. 2013. Dissertação (Tecnólogo em Desenvolvimento Rural), Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo**. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. 569p.

OGASSAWARA, J.F.; SILVEIRA, P. R. C. da; NEVES, J. A. S das. **Os Efeitos do PAA sobre a Agricultura Familiar de Itaqui/RS**. Natal, VII Encontro da Rede de Estudos Rurais, set. 2016.

PORTO, V. H. da F. S**istemas Agrários: Uma Revisão Conceitual e de Métodos de Identificação como Estratégias para o Delineamento de Políticas Públicas.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 20, n. 1, p. 97-121, jan./abr. 2003.

KONRAD, N. IRGA- Instituto Riograndense de Arroz. Irga divulga resultados da Safra por municípios; 2013 [acesso em agost. 2018]. Disponível em: http://www3.irga.rs.gov.br/index.php?principal=1&secao=1&id=3441.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010 [acesso em set. 2018]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=4310603.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2020 [acesso em out. 2021]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/itaqui/pesquisa/18/16459.

CAPÍTULO 2

FATORES ECONÔMICOS E PRODUTIVOS NA CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE TILÁPIA, BRASIL

Data de aceite: 01/01/2022

Marcos Roberto Casarin Jovanovichs
Mestre em Agronegócio, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Palmeira das Missões. Palmeira das Missões.
http://lattes.cnpq.br/3690803478357519

Alessandra Sartor
Discente do curso de Administração, UFSM, campus Palmeira das Missões. Palmeira das Missões.
http://lattes.cnpq.br/6764991000545567

Thamara Luísa Staudt Schneider
Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFSM. Santa Maria.
http://lattes.cnpq.br/8933078267491461

Tanice Andreatta
Docente de Ciências Econômicas, UFSM, campus Palmeira das Missões. Palmeira das Missões.
http://lattes.cnpq.br/6618845061876066

Rafael Lazzari
Docente Associado no Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, UFSM, campus Palmeira das Missões. Palmeira das Missões.
http://lattes.cnpq.br/3833027843587896

RESUMO: A demanda pelo consumo de proteína de pescado de qualidade exige um constante crescimento de cultivo de espécies e a otimização de sistemas produtivos. A tilápia do Nilo é uma espécie de cultivo de destaque na piscicultura. Desta forma, objetiva-se caracterizar os sistemas produtivos de tilápia nos municípios de Barra Funda, Chapada e Novo Barreiro pertencentes a região Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Foi aplicado um questionário semi-estruturado a uma amostragem de doze produtores. Foram utilizados dois critérios seletivos: monocultivo e assistência técnica. A análise realizada foi qualitativa não probabilística. A atividade é realizada com o uso de tecnologias para otimizar a produção. O custo produtivo é realizado pelos produtores. A rentabilidade é o item econômico que estimula o aumento da produção e a profissionalização dos produtores. Dessa forma, os sistemas produtivos da região em questão são caracterizados como semi-intensivo para cultivo de tilápia.

PALAVRAS-CHAVE: alimento natural, tipos de cultivo, viveiros.

ECONOMIC AND PRODUCTIVE FACTORS IN THE CHARACTERIZATION OF TILAPIA PRODUCTION SYSTEMS, BRAZIL

ABSTRACT: The demand for the consumption of quality fish protein requires a constant growth of species cultivation and the optimization of production systems. Nile tilapia is a prominent crop species in fish farming. Thus, the objective is to characterize tilapia production systems in the counties of Barra Funda, Chapada and Novo Barreiro belonging to the Northwest region of Rio Grande do Sul, Brazil. A semi-structured questionnaire was applied to a sample of twelve producers. Two selective criteria were used: monoculture and technical assistance. The

analysis was qualitative non-probabilistic. The activity is carried out using technologies to optimize production. The productive cost is realized by the producers. Profitability is the economic item that encourages increased production and professionalization of producers. Thus, the productive systems of the region in question are characterized as semi-intensive for tilapia cultivation.
KEYWORDS: natural food, types of cultivation, fishpoinds.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que além de gerar renda contribui para a segurança alimentar e oferta de pescado (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2016). A atividade é responsável pelo aporte de proteína de pescado, atendendo as demandas de consumo direto, ocasionadas pelas mudanças nos hábitos da população e uso de subprodutos na indústria de nutrição animal (LARSEN; RONEY, 2013).

Em 2018, mundialmente foram cultivados 82,1 milhões de toneladas de peixes (FAO, 2020). A participação brasileira foi de aproximadamente 800 mil toneladas, sendo a tilápia a espécie mais cultivada no país, representando 60,6% do total produzido, posicionado na 4ª posição entre os maiores produtores mundiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - PEIXE BR, 2021). Atualmente, em uma perspectiva regionalizada, a espécie tilápia classifica o estado do Paraná em primeiro lugar no *ranking* entre os estados com maior produção. O Rio Grande do Sul é o 11º colocado, com aproximadamente 26 mil toneladas, sendo que 27,95% foi representado pelo cultivo de tilápias (PEIXE BR, 2021).

A produção da tilápia é mundialmente difundida por meio da existência de pacote tecnológico. As características produtivas baseiam-se na rusticidade, baixos custos de produção, fisiologia adaptativa, rápido crescimento e hábito alimentar onívoro (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). No Rio Grande do Sul, os sistemas produtivos para a espécie podem ser classificados em: extensivo, semi-intensivo e intensivo (PEIXE BR, 2018).

Os municípios de Barra Funda, Chapada e Novo Barreiro pertencentes ao estado gaúcho foram responsáveis por 51,08 % de 1.502,42 toneladas de tilápia produzidas, em 2016 (CONSELHO GAÚCHO DE AQUICULTURA E PESCA SUSTENTÁVEIS - CONGAPES, 2016). O perfil socioeconômico dos piscicultores, as estratégias e características produtivas e de gestão são ferramentas importantes para acompanhar o desenvolvimento da atividade. Nesse contexto, objetivou-se caracterizar os principais fatores que influenciam os sistemas produtivos de tilápia em municípios da região Noroeste do Rio Grande do Sul.

REFERENCIAL TEÓRICO

Piscicultura brasileira

Em 2018, 82,1 milhões de toneladas de peixes foram cultivados, mundialmente, em cativeiro (FAO, 2020). Em comparação ao ano anterior, foram mais de 2,5 milhões de

toneladas. As maiores produções mundiais se concentram na China, que lidera o *ranking* com uma produção de 1,95 milhão de toneladas de Tilápia e estima-se que deve alcançar 2 milhões de toneladas, em 2021 (PEIXE BR, 2021). O Brasil contribuiu com cerca de 486 mil toneladas, ficando com a 4ª posição entre os maiores produtores mundiais (PEIXE BR, 2021).

Em 2020, a produção total da piscicultura brasileira foi de 802.930 toneladas, aproximadamente, registrando um aumento de 5,93% em relação ao ano anterior (PEIXE BR, 2021). De acordo com a FAO (2016), o Brasil possui grande potencial na produção de pescado, por possuir condições favoráveis, tais como, clima e uma das maiores reservas de água doce do planeta para o cultivo de peixes.

A produção de tilápia está presente com destaque para as regiões Sul (31,1% do total) e Sudeste (17,6%) se tornando o peixe de cultivo mais comercializado (PEIXE BR, 2021). Os estados de Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Pernambuco são os principais produtores de tilápia do país e, juntos, representam 68,89% da produção total. As principais espécies produzidas no país foram: tilápia, tambaqui, carpas, truta e panga (PEIXE BR, 2021). Impulsionado pelo aumento de produção destas espécies, acredita-se que exista uma previsão de ampliação da indústria de pescado (FONTES et al., 2016).

Piscicultura gaúcha

A piscicultura gaúcha, até quatro décadas atrás, foi uma atividade complementar para as propriedades rurais. Quando muito, o excedente era comercializado, contribuindo para a renda das famílias (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Com o tempo houve a construção de viveiros adequados e a autorização para criação da espécie tilápia na bacia do Rio Uruguai (PEIXE BR, 2019; 2021). Isso fez com que a piscicultura aumentasse sua área de abrangência no estado, gerando empregos e receitas para os produtores. Em 2020, a piscicultura gaúcha teve crescimento de 4,4% em relação ao ano de 2019. A produção é caracterizada não apenas pelo cultivo de carpas, mas também pelo cultivo de tilápias, que somou cerca de sete mil toneladas no estado (PEIXE BR, 2021).

Segundo Walter e colaboradores (2015), a região Norte do estado caracteriza-se pelo cultivo de tilápia e carpas. Em 2016 foi identificado o número de 175 produtores de tilápia, em uma área de cultivo de 104,265 ha de lâmina de água e uma produção de 1.502,42 toneladas de tilápia (CONGAPES, 2016).

A região Noroeste do estado engloba 216 municípios, abrange uma área de 6.494.878,8 ha, e de acordo com o censo demográfico de 2010, possui 1.946.510 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2018). A topografia é plana ou levemente ondulada e a altitude média de 400 metros em relação ao nível do mar. Possui clima subtropical úmido, chuvas bem distribuídas e verões quentes. Dos 216

munícipios da região, Barra Funda, Chapada e Novo Barreiro foram os responsáveis pela produção de 767,50 toneladas de tilápia, as quais representaram 51,08 % do total produzido nos municípios de abrangência do Escritório Regional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), de Frederico Westphalen-RS.

Os sistemas produtivos no estado do Rio Grande do Sul podem ser classificados em: extensivo (65% dos produtores), semi-intensivo (33%) e intensivo (apenas 2% da produção total) (PEIXE BR, 2018). Para o cultivo da tilápia há difundido mundialmente um pacote tecnológico (SIDONIO et al., 2012; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Além disso, a tilápia pode ser cultivada em vários sistemas e regimes alimentares de produção, dependendo da densidade de estocagem e da qualidade de água. A produção é muito praticada em viveiro escavado (SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, 2014). As características produtivas da espécie baseiam na rusticidade, baixos custos de produção, fisiologia adaptativa, rápido crescimento e hábito alimentar onívoro (FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2006; VICENTE; FONSECA-ALVES, 2013).

Fatores econômicos

Os aspectos econômicos são importantes no planejamento, no controle e na tomada de decisões da atividade, uma vez que os custos desempenham duas funções relevantes, gerencial e empresarial. Além dos fatores econômicos, o adequado manejo tecnológico na produção de peixes permite maior produtividade e redução nos custos médios, proporcionando ao piscicultor maior lucratividade, objetivo principal de um empreendimento (AHMED; ALAM; HASAN, 2010).

O mercado é o segmento que impõe os preços, de acordo com a oferta e procura, época do ano, espécie, qualidade do produto, etc. Quando a cadeia produtiva não está completamente consolidada a situação torna-se mais difícil de ser controlada, levando-se em consideração que existe competição e o preço não pode ser ditado pelo piscicultor individualmente (KASSAI, 2000; GARCIA et al., 2020).

Durante a produção, os indicadores zootécnicos influenciam de forma direta nos fatores econômicos. A alimentação, por exemplo, em momentos pré-definidos contribui para a redução da conversão alimentar, incremento do ganho em peso, entre outros. E o conhecimento da quantidade correta de arraçoamento possibilita a diminuição do desperdício do alimento reduzindo os custos (DIETERICH et al., 2013). Dessa forma, o controle desses indicadores permite uma produção de menor custo e mais competitiva (ALI et al., 2018). Além disso, o controle econômico do sistema é uma ferramenta imprescindível na tomada de decisão (FILHO; MARTINS; FRASCÁ-SCORVO, 2004; FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2006).

Procedimentos metodológicos

Os dados foram coletados de piscicultores pertencentes aos municípios de Barra Funda, Chapada e Novo Barreiro, localizados na região Noroeste do Rio Grande do Sul e pertencentes ao Conselho Regional de Desenvolvimento – COREDE Rio da Várzea, vinculado ao escritório regional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), de Frederico Westphalen – RS (WALTER et al., 2015). A escolha por propriedades nestes municípios ocorreu porque juntos eles representaram aproximadamente 50% da produção de municípios abarcados pelo Escritório Regional da EMATER, de Frederico Westphalen-RS.

A amostra é composta de quatro produtores por munícipio. Para a coleta dos dados foi utilizado um questionário semi-estruturado, adaptado de Hermes (2009), e aplicado em parceria com extensionistas da EMATER. Para o agrupamento de doze amostras foram considerados dois critérios: o sistema de monocultivo da espécie em tanques escavados e produtores que receberam alguma forma de assistência técnica. A pesquisa foi realizada no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

A coleta de informações possui como base o perfil dos piscicultores, dados zootécnicos sobre os sistemas produtivos e outras informações relevantes para caracterização dos produtores de tilápia, nos municípios em questão (Tabela 1). Posteriormente, os dados coletados foram agrupados em planilha eletrônica do Microsoft Office Excel®. A análise realizada foi qualitativa não probabilística, e a média das informações foram expressadas neste estudo.

Fatores avaliados	Forma/unidade de avaliação
Área de açudes	m2 ou ha
Tempo na atividade	anos
Segmento de atividade	Engorda ou alevinagem
Preço médio obtido	R$/kg
Origem dos alevinos utilizados	Local de compra
Tempo de engorda	Meses
Peso final dos peixes ao abate	Kg/peixe
Conversão alimentar	Kg ração/kg peixe produzido
Lotação	Peixes/m2
Sobrevivência média	(%)
Forma de uso de ração	Manual/automática
Uso de aeração	Sim/não
Análise de água	Sim/não - período
Forma de venda	Frigorífico/pesque pague

Tabela 1 – Fatores de produção verificados no conjunto de dados dos sistemas produtivos analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características gerais e gestão

Além fatores de produção, é importante destacar características das propriedades e dos produtores analisados. Do total de 12 piscicultores (quatro de cada município pesquisado), 11 residem na propriedade. O grau de escolaridade dos produtores entrevistados é representado por 58,3% e 41,7% segundo grau incompleto e completo, respectivamente.

A distância média entre as pisciculturas e os centros urbanos é de aproximadamente 6,8 quilômetros (km). As 12 propriedades estudadas possuem em média 13,5 hectares (ha) de área de terra e sua média de lâmina d'água é de 0,95 ha. Os produtores juntos possuem um total de 41 tanques escavados nos formatos retangulares e redondos com profundidade média de aproximadamente 1,67 metros.

Nos sistemas produtivos, o peso médio final por peixe foi de 760 g. O ciclo de produção médio foi de oito meses. A maior parte dos produtores comercializavam a produção para evitar riscos com perdas durante o período do inverno, que, na região Noroeste do RS, influencia significativamente o crescimento e desempenho dos peixes (GARCIA et al., 2008). Neste estudo, a sazonalidade em virtude das estações do ano influenciou, aproximadamente, 92% das propriedades. Por isso, os produtores não conseguem obter mais do que um ciclo e meio por ano na região.

Importante salientar que todos os produtores avaliados comercializam seus peixes para frigoríficos (83,3%) ou pesque-pagues (16,7%). Por isso, minimizar custos com alimentação é fator essencial na eficiência econômica dos sistemas de produção. Nacionalmente, o grande desafio da piscicultura é desenvolver cada vez mais estratégias de produção e produtos competitivos que atendam a demanda exigente dos consumidores (BARONE et al., 2017).

Em 2017, a soma da receita bruta anual dos pesquisados foi de aproximadamente R$ 852.000,00 e a margem líquida na faixa dos 24%, segundo informações dos produtores. Esta margem denota que o cultivo de tilápias proporciona uma renda importante para os produtores, em um cenário nacional de recessão e aumentos de custos de insumos para produção, sobretudo, se for considerado o tamanho da área utilizada para a produção, e o fato destas áreas não concorrerem com outras atividades, como a produção de soja, trigo e milho, por exemplo.

Características dos sistemas produtivos

Com a coleta dos dados foi observado que no monocultivo de tilápias todas as propriedades utilizavam aeradores. O principal fator limitante nos sistemas produtivos de tilápia em tanques escavados é a quantidade de oxigênio dissolvido na água (OMASAKI et

al., 2017). Os aeradores são dispositivos utilizados para agitar e oxigenar a água (THAKRE; BHUYAR; DESHMUKH, 2008). A utilização de aerador no meio de cultivo permite o aumento da produtividade da piscicultura, pois garante concentrações de oxigênio dissolvido (BOYD, 1998, EL-NEMR; EL-NEMR, 2013). Esta concentração melhora, de forma direta, o aproveitamento de ração pelos peixes, expresso pela conversão alimentar.

A densidade média inicial de estocagem foi de 3,4 peixes/m^2 no sistema de produção. A melhoria nas técnicas de manejo, como a manutenção da qualidade da água e da quantidade e qualidade da ração fornecida e utilização de mão-de-obra especializada reflete no valor de densidade de estocagem, que pode variar de 2,5 a 10,0 peixes/m^2 (Tabela 2) (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

No presente estudo, a taxa de mortalidade foi entre 15 a 25%; também foi observado que a maioria dos produtores possui assistência técnica. No entanto, a assistência técnica e a extensão rural no Brasil ainda carecem de um sistema minimamente eficiente para que a atividade da piscicultura se torna mais rentável e atratativa do ponto de vista produtivo (BALDISSEROTTO, 2009).

Parâmetros	Sem alimentação automática	Com alimentação automática
Peso médio por peixe (kg)	0,77	0,75
Sobrevivência (%)	82	76
Produtividade (kg/ha)	18.310	16.579
Conversão alimentar (kg ração/kg de peixe)	1,54	1,96
Ciclo produtivo (meses)	9	7
Peixe por m^2 (unidade)	4,0	2,8

Tabela 2 – Influência do uso de alimentadores automáticos nos parâmetros produtivos.

Outro fator chave para avaliar a viabilidade econômica dos sistemas de produção em tanques escavados é a eficiência alimentar. Neste estudo, a conversão alimentar média e o consumo médio de ração foram maiores nos sistemas produtivos que continham alimentação automática quando comparado aos sem alimentadores (Figura 1). A suspensão de alimentação quando a concentração de oxigênio dissolvido é inferior a 3 mg/L é uma praticada recomendável na produção (IZEL et al., 2013).

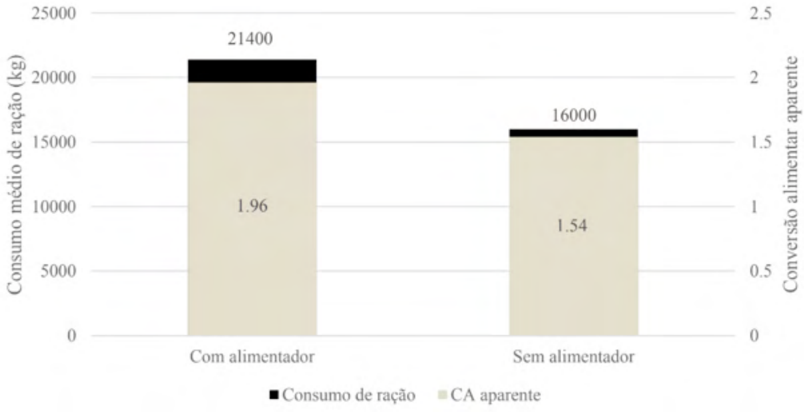


Figura 1 – Consumo médio de ração e índice de conversão alimentar aparente de tilápia (Oreochromis niloticus), cultivado com e sem alimentação automática em sistema semi-intensivo.

No manejo de arraçoamento, 58,5% dos produtores realizam a alimentação a lanço, 41,5% das propriedades utilizavam alimentadores automáticos. A utilização dos alimentadores está sendo ineficiente a partir dos valores de produtividade média das propriedades foi de 18.310 e 16.579 kg/ha sem alimentador e com alimentador automático, respectivamente. Por meio destas informações, é possível observar que o manejo alimentar a "lanço" permite que o piscicultor regule a quantidade ofertada a partir da observação dos peixes e de fatores climáticos (GARCIA et al., 2008). A quantidade de alimento fornecido ou a frequência com a qual é administrado influenciam no seu aproveitamento pelos peixes, uma vez que a ração é colocada diretamente na água (LI et al., 2011). A porção da ração não consumida se diluirá ou lixiviará, causando aumento nas taxas de conversão alimentar e redução na qualidade da água.

A concentração de oxigênio e outros fatores impactam a conversão alimentar e por consequência a produtividade por área, como exemplos, a densidade de estocagem e a excreção de nitrogênio (BESSON et al., 2014). Do total de produtores avaliados apenas um produtor, ou seja, 8,3% realiza análise da qualidade da água, como amônia e nitrito. Observa-se assim um gargalo tecnológico importante para o aumento da produtividade. Sabendo a quantidade de resíduos nitrogenados torna-se mais fácil decidir a utilização de aerador e alimentadores. Na produção de tilápias cerca de 80% do nitrogênio ingerido via ração é liberado na água de cultivo, contribuindo para o aumento de compostos tóxicos para os peixes (GREEN; BOYD, 1995).

Por isso, no presente estudo, todas as avaliações e informações de caracterização dos produtores se baseiam nos aspectos ligados a conversão alimentar e produtividade obtida por área de tanque. Neste sentido, pelo observado nos produtores que utilizam alimentação automática, com menor aproveitamento de alimento, sugere-se que otimizar o uso de aeradores, melhorando a oxigenação da água, é uma ação mais eficiente que o uso

de alimentadores mal otimizados (Tabela 2).

A densidade inicial de estocagem e a produção por hectare são fatores de produção que interferem diretamente na escolha de um sistema de produção. O sistema semi-intensivo na produção de peixes, independente da espécie, é constituído pela produtividade final entre 2.500 a 12.500 kg/ha (LIMA, 2013). Entretanto, a produção de tilápia, por ser uma espécie rústica e com pacote tecnológico mais avançado do que outras espécies permite uma densidade entre 20 a 40 kg/ha (BARROSO et al., 2018). Neste estudo, foi possível observar que a lotação inicial de 3,4 peixes/m², com média de peso de 1 g, resultou em uma produtividade final média de 16.202 kg/ha. Estes valores reforçam que a espécie possui potencial produtivo. Este sistema, também, sofre a interferência da utilização de mecanismos tecnológicos como aeradores e alimentadores automáticos, dietas balanceadas e controle da qualidade de água, os quais são imprescindíveis para o aumento da produção. Visto que, a tendência da atividade é um cultivo cada vez mais intensificado.

O sistema intensivo, além dos fatores descritos anteriormente permite uma produção aumentada em menor área. Com isso, os produtores tendem a aumentar a densidade de estocagem como uma estratégia para aumentar a produção de tilápia do Nilo (TELLI et al., 2014). Outro fator importante é o entendimento da qualidade de alimentos e as vantagens de rações existentes para melhorar práticas de manejo alimentar (LI et al., 2011). Contudo, neste sistema, também é imprescindível os cuidados de controle de parâmetros físico-químicos da água, pois a qualidade da água é um dos fatores mais importantes para o cultivo de organismos aquáticos e deve ser constantemente monitorada, a fim de manter as características desejáveis para a piscicultura em sistema intensivo (COPATTI; AMARAL, 2009).

No presente estudo, a percepção de que os produtores não trabalham com sistema intensivo evidencia-se quando é ressaltada a necessidade de monitoramento constante da qualidade de água. Enfim, diante dos gargalos de produção e a demanda de peixes acredita-se ser necessário mais pesquisas e avaliações nos sistemas para entender melhor porque as ineficiências são perpetuadas e como esses sistemas podem ser melhorados. Para um incremento na produtividade, um conjunto de ações que associem assistência técnica qualificada e investimentos são essenciais para melhoria na eficiência produtiva e econômica. Esta transição para sistemas mais intensivos também depende fortemente da implementação de canais efetivos de comercialização, bem como estruturas cooperativadas para minimizar os custos com insumos (GARCIA et al., 2020).

CONCLUSÃO

Na região Noroeste do RS, o cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é caracterizado pelo sistema de produção semi-intensivo. O investimento em análise de qualidade de água e/ou aerador parece ser ferramenta tecnológica mais imediata na

redução de custos e otimização da produção. Logo, a mecanização alimentar empregada no sistema não significa ganho econômico, visto que os custos de produção alimentares são voláteis e depende do preço das *commodities* (soja e milho). Além disso, o uso de equipamentos só se torna vantajoso no momento que for utilizado de maneira adequada e com assistência técnica qualificada, que é um grande gargalo na piscicultura gaúcha.

REFERÊNCIAS

AHMED, N.; ALAM, M.F.; HASAN, M.R. The economics of sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture under three different farming systems in rural Bangladesh. *Aquaculture Research*, v. 41, p. 1668-1683, 2010.

ALI, H. et al. Production economics of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878) farming under polyculture system in Bangladesh. *Aquaculture*, v.491, p.381-390, 2018.

BALDISSEROTTO, B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*, v.39, n.1, p. 291-299, 2009.

BARONE, R.S.C. et al. Fish and fishery products trade in Brazil, 2005 to 2015: a review of available data and trends. *Scientia Agricola*, v.74, n.5 p.417-424, 2017.

BARROSO, R.M. et al. *Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil.* Brasília: EMBRAPA, 2018. 110p.

BESSON, M. et al. Economic values of growth and feed efficiency for fish farming in recirculating aquaculture system with density and nitrogen output limitations: a case study with African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Animal Science*, n.92, p. 5394–5405, 2014.

BOYD, C. Pond water aeration systems. *Aquacultural Engineering*, v.18, n.1, p.9-40, 1998.

CONGAPES - CONSELHO GAÚCHO DE AQUICULTURA E PESCA SUSTENTÁVEIS (2016) *Importância da tilápia produzida em tanques escavados na bacia do rio Uruguai - aspectos econômicos, sociais e ambientais*. Câmara Técnica de Piscicultura. 14 p.

COPATTI, C.E.; AMARAL, E. Osmoregulation in juveniles of piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes: Anostomidae), during the pH changes of water. *Biodiverdidade Pampeana*, v.7, n.1, p. 1–6, 2009.

DIETERICH, T.G.; et al. Parâmetros zootécnicos de juvenis de pacu alimentados a diferentes frequências de arraçoamento em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, p.1043-1048, 2013.

EL-NEMR, M.K.; EL-NEMR, M.K. Fish farm management and microcontroller based aeration control system. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, v.15, n.1, p.87–99, 2013.

FAO - THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE (2016). *Contributing to food security and nutrition for all*. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5798e.pdf> Acesso em: 21 fevereiro de 2019

FAO - THE STATE OF FOOD AND AQUACULTURE (2017). *Leveraging food systems for inclusive rural transformation*. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i7658e.pdf> Acesso em: 10 maio de 2019.

FAO – GLOBEFISH HIGHLIGHTS (2019) *A quarterly update on world seafood markets*. Disponível em:< http://www.fao.org/3/ca4185en/ca4185en.pdf > Acesso em: 2 abril de 2019.

FAO - THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE (2020). *Sustainability in action*. Rome. Disponível em:< https://doi.org/10.4060/ca9229en> Acesso em: 04 outubro de 2021.

FILHO, J.D.S.; MARTINS, M.I.E.G.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D. Instrumento para análise da competitividade na piscicultura. In: CYRINO, J.E.P., URBINATI E.C., FRACALOSSI D.M.; CASTAGNOLLI C. (Eds.*) Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo, TecArt, p. 517-533, 2004.

FONTES, A. et al. *Feeding Nemo: Turning Brazil's economic turmoil into seafood business oportunities. Rabobank*. 2016. Disponível em: <http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Rabobank_IN564_Feeding_Nemo_Fontes_August2016.pdf> Acesso em: 22 junho de 2019.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* sp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*, v. 36, n. 3, p. 63-69, 2006.

GARCIA, L.O. et al. Freshwater temperature in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil, and its implication for fish culture. *Neotropical Ichthyology*, v. 6, n. 2, p. 275-281, 2008.

GARCIA, D.O. et al. Produção e comercialização de pescado no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Cap. 12. *Elementos de Zootecnia*, v.1. Org. Ed. Poisson – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020.

GREEN, B.W.; BOYD, C.E. Chemical budgets for organically-fertilized fish ponds in the dry tropics. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.26, p.284-296, 1995.

HERMES, C.A. *Sistema agroindustrial da Tilápia na região de Toledo-PR e comportamento de custos e receitas*. 141f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2018). *Rio Grande do Sul*. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/rs?indicadores=25207,29167>. Acessado: 11 julho de 2019.

IZEL, A.C.U. et al. *Produção intensiva de tambaqui em tanques escavados com aeração*. 2013 Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/972469/producao-intensiva-de-tambaqui-em-tanques-escavados-com-aeracao> Acesso em: 29 agosto de 2019.

KASSAI, J.R. et al. *Retorno de Investimento: Uma abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000, 78 p.

LARSEN, J.; RONEY, M. *Farmed fish production overtakes beef*. 2013. Disponível em < http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2013/update114> Acessado: 6 julho de 2019.

LI, X. et al. Aquaculture industry in China: current state, challenges and prospects. *Journal Reviews in Fisheries Science*, v.19, n.3, p.187–200, 2011.

LIMA, P.O. et al. Sistemas de produção. In.: *Piscicultura de água doce - Multiplicando conhecimentos.* 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 440p.

OMASAKI, S.K. et al. Economic values of growth rate, feed intake, feed conversion ratio, mortality and uniformity for Nile tilapia. *Aquaculture*, v.481, p.124-132, 2017.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (2018) *Anuário Peixe BR da Piscicultura*. 71 p. Disponível em: < https://www.peixebr.com.br/Anuario2018/AnuarioPeixeBR2018.pdf > Acesso em: 11 novembro de 2018.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (2019) *Anuário Peixe BR da Piscicultura*. 148 p. Disponível em: < https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf > Acesso em: 10 dezembro de 2018.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (2021) *Anuário Peixe BR da Piscicultura.* 71 p. Disponível em: < https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/ > Acesso em: 11 novembro de 2021.

RANGEL, M.F.S.; VIDOR. A.C.M. Caracterização da piscicultura na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.10, n.I-2, p. 137-144, 2004.

SCHULTER, E.P.; VIEIRA FILHO, J.E.R. (2017) *Evolução da Piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia*. Disponível em: < https://pdfs.semanticscholar.org/18b9/c082ea6a96375b44b1839631e596b846ad65.pdf > Acesso em: 22 junho de 2019.

SEBRAE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (2014) *Criação de tilápias em tanques escavados*. Disponível em: <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8f207413cf7a8402b142400d385397ad/$File/5203.pdf> Acesso em: 12 de agosto de 2019.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquacultura no Brasil: desafios e oportunidades. *Agroindústria*, v. 35, p. 421-463, 2012.

TELLI, G.S. et al. Dietary administration of *Bacillus subtilis* in hematology and nonspecific immunity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) grown at different storage densities. *Fish and Shellfish Immunology*, v.39, n.2, p.305–311, 2014.

THAKRE, S.B.; BHUYAR, L.B.; DESHMUKH, S.J. Effect of different configurations of mechanical aerators on oxygen transfer and aeration efficiency with respect to power consumption. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, v.2, n.2, p.170-178, 2008.

VICENTE, I.S.T.; FONSECA-ALVES, C.E. Impact of Introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Non-native Aquatic Ecosystems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v. 16, n. 3, p. 121-126, 2013.

WALTER, T. et al. A. Análise das cadeias produtivas do pescado oriundo da pesca artesanal e/ou da aquicultura familiar no Estado do Rio Grande do Sul. *Relatório sintético: Panorama Atual da Piscicultura no Rio Grande do Sul*. Convênio FURG/SDR-RS 2401/2011. 2015.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P., URBINATI E.C., FRACALOSSI D.M.; CASTAGNOLLI C. (Eds.) *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo, TecArt, p. 239-266, 2004.

CAPÍTULO 3

CULTIVO DA CHIA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICO E MINERAL CHIA CULTIVATION UNDER ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION

Data de aceite: 01/01/2022

Liliane Sabino dos Santos
Universidade Federal da Paraíba
Bananeiras-PB
http://lattes.cnpq.br/3681919578119338

Janaína Ribeiro da Silva
Universidade Federal da Paraíba
Bananeiras-PB
http://lattes.cnpq.br/4025086870213136

Giuliane Karen de Araújo Silva
Universidade Federal da Paraíba
http://lattes.cnpq.br/5451456570994280

Celina da Silva Maranhão
Instituto Federal da Paraíba
http://lattes.cnpq.br/2620152335266704

Jazielly Nascimento da Rocha
Universidade Federal da Paraíba
http://lattes.cnpq.br/6462177198463110

Maria Aparecida Souza de Andrade
Instituto Federal da Paraíba
http://lattes.cnpq.br/5815244003734466

RESUMO: O cultivo da chia no Brasil é recente e diversos aspectos da condução da cultura ainda necessitam de pesquisas, como as exigências nutricionais e o manejo da cultura nas diversas regiões do país. A adubação é umas das fases mais importantes da produção agrícola para que a cultura mantenha-se vigorosa até o fim do ciclo, respeitando todo o meio ambiente e suas particularidades. Desta forma a utilização de compostos orgânicos na produção, obtém benefícios viáveis para a qualidade do solo, devido sua eficácia. Neste trabalho objetivou-se estudar a cultura da chia e seu desenvolvimento em diferentes doses de composto orgânico e adubo mineral (NPK). O experimento conduziu-se na 1ª chã do setor de agricultura da Universidade Federal da Paraíba, localizada no Campus III, na cidade de Bananeiras-PB. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos distribuídos em composto orgânico em dose 1 (250 g/vaso) 2 (500 g/vaso) 3 (700 g/vaso) e adubo mineral (NPK) (5,41 g/vaso) os vasos foram preenchidos até o limite com solo e revolvidos. Avaliaram-se os seguintes parâmetros: altura de plantas, número de folhas, diâmetro de caule e numero de infloreacências. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, onde se comparou as médias através do teste de Tukey a 5%. A cultura da chia cultivada no Brejo Paraíbando em vasos 3,5 litros, apresentou condições que permitiram o desenvolvimento das plantas de chia. Quanto as plantas submetidas a dose de 250 g de composto orgânico obtiveram maiores médias em produção de folhas e inflorescências. O cultivo em vasos demostrou-se como uma técnica alternativa para o cultivo da planta de chia, como também o uso de composto orgânico.

PALAVRAS-CHAVE: Composto orgânico, alimento funcional, agricultura orgânica, inovação

CHIA CULTIVATION UNDER ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION

ABSTRACT: Chia cultivation in Brazil is recent

and several aspects of crop management still require research, such as nutritional requirements and crop management in different regions of the country. Fertilization is one of the most important phases of agricultural production so that the crop remains vigorous until the end of the cycle, respecting the entire environment and its particularities. Thus, the use of organic compounds in production obtains viable benefits for soil quality, due to its effectiveness. The objective of this work was to study chia culture and its development in different doses of organic compound and mineral fertilizer (NPK). The experiment was conducted in the 1st century of the agriculture sector of the Federal University of Paraíba, located on Campus III, in the city of Bananeiras-PB. We used a completely randomized design (IHD), with the treatments distributed in organic compound in dose 1 (250 g/vase) 2 (500 g/vase) 3 (700 g/vase) and mineral fertilizer (NPK) (5.41 g/vase) the vessels were filled to the limit with soil and revolving. The following parameters were evaluated: plant height, number of leaves, stem diameter and number of inflorescences. The data obtained were submitted to variance analysis, where the means were compared using the Tukey test to 5%. The chia crop grown in Brejo Paraíbando in 3.5 liter pots presented conditions that allowed the development of chia plants. As for the plants submitted to a dose of 250 g of organic compound, they obtained higher averages in leaf production and inflorescences. Pot cultivation was shown as an alternative technique for the cultivation of chia plant, as well as the use of organic compound.
KEYWORDS: Organic compound, functional food, organic agriculture, innovation

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura é representada como uma das maiores fontes de renda para a população rural de muitos países que sofrem com a dependência de insumos importados e preços fixados pelo mercado das commodities (WOJOHN, 2016). Nesse aspecto, a agricultura familiar apresenta-se como um segmento que tem sérias dificuldades no desenvolvimento de suas atividades e reprodução social e, representam ao mesmo tempo a forma de organização mais adequada para potencializar o desenvolvimento agrícola e rural (COSTABEBER; CAPORAL, 2003).

A adubação é um importante aliado para a produção agrícola, sejam eles oriundos de material orgânico ou mineral, é um dos tratos culturais responsáveis pela qualidade e desenvolvimento vegetal das plantas. A adubação sendo aplicada de forma correta atribuí diversos beneficios ao solo e supre as necessidades nutricionais da cultura.

A procura por sistemas sustentáveis de produção, como os sistemas agroecológicos, estão sendo impulsionados, pela demanda da sociedade por alimentos que apresentem qualidade em seu processo produtivo, e que resultem em menores impactos ambientais. A qualidade e fertilidade do solo são fatores importantes para uma produção sustentável, através do manejo agrícola adotado como componente principal (LOSS *et al.*, 2010).

O sistema de manejo agrícola adotado pode refletir na qualidade do produto final. A compostagem é uma dessas técnica que proporcionam o aumento da produtividade, por fornecimento de nutrientes e melhoria das características físicas e químicas do solo, além de reduzir a poluição ambiental. Na constate procura por inovação a agricultura brasileira

destaca-se pela introdução de novas culturas que pouco aparecem nas estatísticas, A cultura de chia é uma delas suas sementes que são altamente apreciadas pela indústria alimentícia, engajando para a farmacêutica e cosmética, devido seus diversos benefícios oferecidos a quem as consome (MIGLIAVACCA, 2015).

Segundo Coates (2011), a planta prefere solos de textura média a arenosa, pode ser cultivada em solos argilosos sendo bem drenados, não tolerando solos alagados, os os primeiros 45 dias de crescimento são essenciais, devido o crescimento inicial da planta ser lento, onde as plantas daninhas competem com a cultura por luz, água e nutrientes.

O cultivo da chia em solos de sua origem ocorre entre latitudes de 20º a 30º e relatos de pesquisas e produção na província de Santa Fé, Argentina, em latitude de 33º14' S e em altitude que vão desde o nível do mar a 2000 metros de altura, nos mais diversos tipos de solo, tornando-se possível efetuar a semeadura no Brejo Paraibano, com a intenção de aumentar as alternativas de cultivo (BUSILACCHI et al., 2013).

As informações sobre as exigências nutricionais da chia ainda são escassas e não existem relatos de cultivo nas condições climáticas do Brejo Paraibano, fatores que justificam a pesquisa. O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade do cultivo da chia em vaso sob adubação orgânica e mineral nas condições climáticas do Brejo Paraibano.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na 1ª chã do Setor de Agricultura, Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, no município de Bananeiras-PB, a mesma possui as seguintes coordenadas geográficas Latitude: 6° 45' 4'' Sul, Longitude: 35° 38' 0'' Oeste. De acordo com AESA foram registrados precipitações totalizando 74,2 mm durante todo o experimento, durantes os meses de outubro a dezembro de 2020 com temperaturas máximas de 33 ºC e mínima e 18 ºC (AESA, 2020).

De acordo com RAS (Regras para Análise de Sementes) (BRASIL, 2009) seguimos as instruções adicionais para outras espécies do gênero salvia, onde indica pré-esfriamento a temperatura de 5-10 ºC por um período de até sete dias, o mesmo salienta que é uma forma de quebra de dormência da semente que é um método indicado para facilitar a germinação da semente.

A montagem do experimento em viveiro foi composta por plantio em vasos de 3,5 litros de capacidade, onde utilizamos composto orgânico de fibra de coco, podas de árvores e esterco bovino provenientes de pilhas de compostagem de 1,50m, produzido na fábrica de solos do Núcleo de estudos em Agroecologia (NEA) do Campus Picuí, do Instituto Federal da Paraíba.

O composto orgânico deu-se em diferentes proporções 0 g , (250 g de composto), (500 g de composto), (700 g de composto) e composto convencional a (5,46 g). Cada tratamento foi preenchido até o limite do vaso com solo e revovido no próprio vaso. O adubo

mineral utilizado foi adquirido em loja agropecuária composto por NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) com formulação 10-10-10. A quantidade utilizada foi realizada de acordo com a indicação proposta para a cultura da menta. Compondo assim cinco tratamentos com 10 repetições, resultando em 50 vasos. O Delineamento experimental aplicado é o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado).



Figura 1: Plantio da cultura da chia dispostas em vasos de 3,5 L.

Fonte: Autora.

As sementes para o plantio foram adquiridas em loja de produtos naturais, a cada vaso foi disposto cerca de 5 sementes por berço, na profundidade de 1 cm, a irrigação foi relizada com auxilio de regador de 5L durante todo o período de estabilização da cultura. Os vasos foram dispostos em bancadas no setor de agricultura, cobertas com sombrite de 50%.

A análise de desenvolvimento da cultura deu inicio a partir do 15º dia quando as plântulas apresentaram 2 folhas expandidas e maiores que 5 cm (STEFANELLO, 2015). As analises foram iniciadas de forma não destrutiva, as medições continuaram a cada 10 dias até o final do ciclo da cultura de 87 dias. Como indicado por Silva (2006) foi mensurado a altura da planta com auxilio de fita métrica, contagem de folhas manuamente, diâmetros de caule com auxilio de pâquimetro digital em aço 150 mm modelo ZAAS-1.0004 e contagem de inflorescências manualmente (SILVA, 2006).



Figura 2 : Análise de comprimento foliar da planta de chia

Fonte: Autora.

As inflorescências apresentaram desenvoldidas 45 dias após o plantio e a floração da cultura deu ínico a partir de 60 dias após o plantio, apresentando flores roxeadas (figura 4).



Figura 3 : Inicio da Floração da chia, inflorescência fase reprodutiva.

Fonte: Autora.

Os dados obtidos foram submetidos ao processo de transformação logarítmica, em razão de algumas variáveis violaram os pressupostos paramétricos -em seguida aplicou-

se ANOVA one-way para os dados doses de compostos orgânico e convencional. Além disso, foi realizada análise de regressão polinomial aos conjuntos de dados amostrais que obtiverem significância. Ambas as análises foram procedias ao nível de 5% de probabilidade por meio do software estatístico Rstudio, versão 3.4.1 (R Core Team, 2017).

A análise do substrato foi conduzida ao término do experimento, uma amostra simples de cada tratamento foi coletada para compor as amostras compostas. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos do CCHSA da Universidade Fedreal da Paraíba Campus Bananeiras para determinação das características químicas seguindo-se os protocolos da Embrapa (2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, são apresentados os valores amostrais decorrentes do resumo da análise de variância para os parâmetros estudados. Verificou-se que houve significância ao nível de 1% de probabilidade em resposta à composto orgânicos para as variáveis número de folhas (NFOLHA) e número de inflorescência (NINFLO) da cultivar chia (*Salvia hispanica* L.). As demais variáveis não apresentaram diferença significativa.

FONTES DE VARIAÇÃO	P- VALOR						
	GL	AP	NFOLHA	DMC	NINFLO	NSEM	MASSA
Tratamento	4	0,0718NS	0,0024**	0,058NS	0,0026**	0,215NS	0,432NS
Resíduo	45	74,12	0,062315	3341,773	7,044	143718,7	0,19336
Média		47,51	19	7,6	8,03	248,5	0,325
CV (%)		19,95	26,58	21,51	38,16	110,07	108,23

DOSES DE COMPOSTOS	VARIÁVEIS	
	NFOLHAS	NINFLOR
DOSE 0	16,7 b	6,68 b
COMPOSTO ORGÂNICO (250 g)	22,7 a	11,09 a
COMPOSTO ORGÂNICO (500 g)	16,5 ab	7,16 ab
COMPOSTO ORGÂNICO (700 g)	20,4 ab	8,2 b
ADUBO MINERAL (NPK) (5,46 g)	14,9 b	7,7 b

Significativo, ao nível de 0,01%** e 0,05%* de probabilidade pelo teste F; NS - Não significativo; CV - Coeficiente de Variação. Dose 0 – Testemunha; Composto Orgânico: Dose 1 (250 g/vaso), Dose 2 (500 g/vaso) e Dose 3 (700 g/vaso); composto químico convencional: 5,46g/vaso. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem-se estatisticamente.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância das características altura da planta (AP) (cm), número de folhas (NFOLHAS), diâmetro do caule (DMC) (dm), número de inflorescência (NINFLO), número de sementes (NSEM) e massa de 1000 grãos (peso) da chia em resposta à adubação orgânica e convencional.

A altura de planta (AP) não apresentou diferença significativa, que pode ser interpretada por vários fatores, e até mesmo a adubação, onde a maior média apresentou 114 cm na planta que recebeu a adubação orgânica com a dose de (700 g/vaso). Já para número de folhas (NFOLHAS) a variável apresentou difrença sifnificativa e a dose de 250g de composto orgânico apresentou maiores médias de 22,7 folhas por planta que rceberam a dose, as doses que obtiveram menores resultados foram as doses 500 g de composto orgânico e a de adubo mineral (NPK) 5,46 g.

O diâmetro do caule não obteve diferença significativa, mas apresentaram valores de 14 mm em plantas que receberam a dose de 250 g de composto orgânico e também obtiveram altura de 112 cm.

O número de inflorescências obtiveram diferença significativa onde a maior média foi encontrada na dose de 250 g de compoto orgânico cerca de 11,09 inflorescências encontradas, nas plantas que rceberam os demais tratamentos as médias apresentaram valores menores que 8,2.

O número de semente não apresentaram significância como também a massa. Em plantas que apresentaram cerca de 1532 sementes seu peso apresentou 1,7189 g em plantas que receberam o tratamento de 500 g de composto orgânico. No tratamento de 250g de composto orgânico a planta alcançou produção de 1105 sementes e quando pesadas atingiu 1,7189 g.

O ciclo alcançado a partir do experimenro foi de 87 dias, e o ciclo natural da chia geralmente é de 90 a 110 dias. Para Zanatta (2016), a cultura da chia não tem um ciclo determinado, seu desenvolvimento é em resposta ao fotoperíodo, o autor observou um aumento da taxa de crescimento seguido de uma queda, que pode ser explicado pelo início da fase reprodutiva (Tabela 2).

Desenvolvimento da chia	em dias
Emergência	7 dias
Estabilização	15 dias
Desenvolvimento	30 a 60 dias
Início da floração	60 dias
Final da floração	75 dias
Colheita	87 dias

Tabela 2: Desenvolvimento da planta de chia cultivadas em vasos.

Fonte: Autora.

Os resultados obtidos podem ser interferidos pela estação do ano, fatores

relacionados à temperatura, umidade e disponibilidade hídrica. Algumas culturas tem em seu ciclo o período de alta estação, onde apresenta uma rentabilidade e produção maior que as demais épocas. De acordo com Vilela et al. (2016) em experimento com chia obteve-se os melhores resultados, quando as plantas foram cultivadas na época de verão.

Para a variável número de folhas (NFOLHAS) e número de inflorescências (NINFLOR), observa-se que a dose (250 g/vaso de composto orgânico) propiciou maior quantidade de inflorescências e folhas produzidas. Diferenciando-se das demais doses que obtiveram menores médias. O número de inflorescência intervém na quantidade da produção de sementes que a cultura venha a produzir por espiga . Através da estimativa de produção espera-se que 50 plantas produzam 6 espigas cada planta e ao final tenha uma produção total de 971,3 g.

Apesar do experimento em questão realizado com a cultura da chia não apresentar diferença significativa para número de sementes, a quantidade de sementes produzidas foram satisfatorias, por ser uma planta que possuí frutos polispérmicos e inflorescências tipo espiga sendo bastante vantajoso, quando apenas uma planta obtive cerca de 1300 sementes, a menor quantidade de sementes obtidas foram de 196 sementes por planta, nas plantas que receberam adubo mineral (5,46 g/vaso). Em estudos apresentados por Vilela et al. (2016) o esterco bovino se destacou para todos as variáveis avaliadas para a produtividade foi alcançado o valor de 699,9 kg /ha$^{-1,}$ de produção de sementes, comprovando que a adubação orgânica se apresenta como uma alternativa eficaz na produção agrícola, sendo ela em dosagens especificas para cada cultura.

Para Wojahn (2016) em estudos de viabilidade de chia no período de colheta a cultura atigiu cerca de 128,66 cm em função do espaçamento de 17 cm. No caso da chia, a adubação orgânica também interferiu na altura da planta, quando as maiores doses de composto orgânico promoveu uma maior altura de planta.

Chagas (2011) em experimento com hortelã-japonesa (*Mentha arvensis L.*) ressalta que as diferentes doses de esterco bovino curtido (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg m) aplicadas no plantio e em cobertura influenciaram na produção de biomassa seca da parte aérea, comprovando que a adubação oriunda de residuos animais podem aumentar a produção de massa de culturas da familia Lamiaceae. O autor ressalta que dentre as vantagens da fertilização orgânica citam-se a manutenção da umidade, da fertilidade e da estrutura física do solo, o favorecimento do controle microbiológico e a dinâmica de nutrientes, o que afeta favoravelmente nos rendimentos da produção vegetal.

Para Chan et al. (2016) em experimento com chia aplicando doses de nitrogênio e fósforo nas safras 2015/16, observaram que para a característica altura da haste superior não houve significância entre as doses de N e P. Entretanto, ambas as fontes mostraram respostas positivas, os autores ressaltam ainda que as dosagens de 60 e 120 kg ha^{-1} de nitrogênio influenciaram no maior desenvolvimento da altura de planta, altura da haste superior e diâmetro do caule.

Em relação ao número de inflorescências (NINFLO), o composto orgânico na dose (250 g/vaso) apresentou significância, e o adubo orgânico promoveu também as melhores médias na cultura da chia, exceto para o tratamento dose (500 g/vaso) dose esta que obteve a menor média de inflorescência de 7,16, a dose (250 g/vaso) diferenciou-se estatisticamente das doses 0, 3, 4 e 5.

Para Wojahn (2016), o comprimento das inflorescências como também a quantidade é compreendida como um componente de produtividade, onde espigas maiores possuem um maior potencial produtivo como a quantidade também. Araújo *et al.* (2006) observaram no cultivo de menta (*Mentha piperita)* que doses crescentes de esterco de galinha resultaram em aumento linear da biomassa da parte aérea.

Sendo assim, toma-se conhecimento que as doses de composto orgânico mais indicadas para serem aplicadas na cultura da chia quanto ao número de folhas (NFOLHAS), são as doses 1 e 3, dando preferência a dose 1 (250 g de composto orgânico) devido, a eficiência na produção de folhas e inflorescências que são, parte de grande importância para a produção de massa e sementes (Tabela 1).

Deste modo, a quantidade de folhas é fator importante, pois são as principais superfícies da planta para as trocas gasosas e intercepção da radiação, tornando-se, um parâmetro biológico para caracterizar o crescimento vegetativo e estudar o efeito de práticas culturais, sendo por isso usado na maioria dos modelos de evapotranspiração, fotossíntese e de crescimento vegetativo (SOUSA *et al.*, 2020).

Para Chan (2016), a aplicação de nitrogênio não influenciou nas plantas da chia de forma favorável já que doses menores de N propiciaram maiores resultados e doses acima de 10 kg ha^{-1} causaram efeito inverso na produtividade, ou seja, a aplicação de maiores doses muitas vezes não benefícia a cultura e pode trazer prejuízos. Já pra Chaves *et al.* (2019) a aplicação de macronutrientes N, P, K (nitrogênio, fósforo e potássio) em maiores quantidades, proporcionaram a maior elevação no peso de sementes por planta, resultando em maior produtividade para a cultura, de acordo com o efeito das doses de 150 Kg ha-1 de N, 100 Kg ha-1 de P (melhor dose) e 125 Kg ha-1 de K foram 16,49 g/planta, 16,28 g/planta e 14,52 g/planta.

Neste estudo recomenda-se para o número de inflorescência as doses (250 g/vaso) e (500 g/vaso) de composto orgânico, dosagens estas que apresentaram as melhores médias, onde a dose (250 g/vaso) abeteve a maior média de produção. Com base nas informações fornecidas, ficou claro que à adubação orgânica nesse estudo foi superior em produção vegetal estatisticamente em comparação à adubação química (Tabela 1). Pereira *et al*. (2019) expõem que a matéria-prima para adubação orgânica como estercos bovinos, ovinos e caprinos, a cama de frango dentre outros, muitas vezes estão disponíveis nas propriedades agrícolas, facilitando a disponibilidade e econômia.

O composto orgânico fornece vantagens através da produção nas plantas de chia onde as quantidades apresentadas foram satisfátorias nas condições do experimento como

apresentados nos dados (Tabela 1), como também na produção de sementes, onde no tratamento com menor quantidade de composto orgânico, obteve-se maiores resultados. No entanto, as maiores quantidades também podem prejudicar a cultura. A adubação orgânica com esterco de animais e compostos orgânicos tem sido amplamente utilizada na produção de várias culturas como também olerícolas, e a alface é uma delas, tendo como objetivo a redução de quantidades de fertilizantes químicos e melhor qualidade física, química e biológica do solo (PEIXOTO *et al.*, 2013; LOBO *et al.,* 2020).

Do ponto de vista agroecológico, Bach (2017) acrescenta que a utilização de adubos orgânicos no cultivo da chia, torna-se saudável, devido sua produção não causar poluição ao meio ambiente. O uso de composto orgânico no solo, auxilia na resistência a pragas e patógenos, devido à melhoria de sua fertilidade biológica, mantendo os microrganismos que sintetizam nutrientes, levando-os para as plantas no ritmo de suas necessidades.

A análise de solo trouxe informação de proporções de nutrientes que estão ainda presentes no solo mesmo após o plantio (Tabela 4). Os nutrientes disponíveis nas amostras onde foram utilizado adubo orgânico apresentaram melhor composição. Sendo assim, a adubação orgânica além de nutrir a cultura não prejudicou a saúde do solo.

AMOSTRA	**pH**	**P**	**K+**	**Na+**	**H+ + Al+3**	**Al+3**	**Ca+2**	**Mg+2**	**SB**	**CTC**	**V**	**m**	**M.O.**
Nº/2021	H2O (1:2,5)	mg/dm3		cmolc/dm^3							%		g/Kg
0	5,31	291,85	177,58	0,30	1,32	0,05	5,60	1,90	8,26	9,58	86,22	0,60	30,44
Dose 1 (250g)	5,61	637,52	178,53	0,54	1,16	0,00	6,60	4,30	11,90	13,05	91,15	0,00	35,67
Dose 2 (350g)	6,03	947,36	176,31	0,89	0,17	0,00	6,00	7,10	14,44	14,60	98,87	0,00	43,75
Dose 3 (700g)	6,25	1115,73	177,58	1,36	0,33	0,00	6,00	7,20	15,01	15,34	97,85	0,00	50,41
Dose 4 Adubo mineral (5,46g)	6,10	378,67	179,49	1,42	0,99	0,10	2,30	1,60	5,78	6,77	85,37	1,70	17,60

Acidez do solo (pH); Fósforo Assimilável (P); sódio trócavel (Na^+) ;; Acidez potencial (H^++Al^{+3}); Acidez trocável (Al+^{3}); Cálcio trocável (Ca+) .); Magnésio trocável (Mg^{+2}); Somátorio de bases (SB); Capacidade de troca de cátions pH 7,0 (CTC); potencial de saturação por base (V); Percentual de saturação por alumínio (m); Matéria orgânica (M.O).

Tabela 4: Características químicas dos substratos cultivados com chia em função da adubação orgânica e mineral.

O pH do solo apresentou ácidez devido os teores apresentados serem menores que 7. A quantidade de fosfóro (P) e potássio (K) se manteveram nos tratamentos, principalmente nas doses 2 e 4. A ácidez potencial e ácidez trocável demonstraram baixos valores, o cálcio e o magnésio mesmo ápos o experimento apresentaram uma boa quantidade.

O somatorio de bases é um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade

do solo. As amostras apresentaram valores baixos porém as amostras com composto orgânico mantiveram ainda maiores valores quando comparados com a testemunha e adubo mineral (NPK). A Tabela mostra que a capacidade de troca cátionica CTC para o adubo mineral, também foi prejudicada, sendo miníma comparada com os demais tratamentos.

A quantidade de matéria orgânica foi elevada em todas as amostras que possuíam composto orgânica, como expresso na (Tabela 4). Dose de adubo mineral (NPK) (5,46 g) obteve a menor proporção devido a amostra analisada ser a de adubação mineral, apresentando também um maior teor de salinidade em comparação com os demais. Medeiros et al. (2012) expõem que a adubação convencional ou pela fertirrigação, quando aplicados excessivamente, podem causar aumento da salinidade do solo.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da chia cultivada no Brejo Paraíbando em vasos 3,5 litros, apresentou condições que permitiram o desenvolvimento das plantas. Quanto ao composto orgânico a dose de 250 g este apresentou maiores médias em produção de folhas e inflorescências.

O cultivo em vasos demostrou-se como uma técnica alternativa para o cultivo da planta de chia, como também o uso de composto orgânico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. S. et al. Efeito do tipo e dose de adubo orgânico na produção de biomassa da hortelã (Mentha piperita l.). Iniciação Científica **CESUMAR**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 105-109, jun. 2006.

BESEN. M. R, RIBEIRO R. H.; MONTEIRO A. N. IWASAKI, T. R.;. PIVA, G. S.;. J. T. Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. **Scientia Agropecuaria** vol.9 no.3 Trujillo jul./set. 2018 DOI: http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.15

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009.

CHAN, g.a.h. **Nitrogenio e fosforo na cultura da chia – Gurupi, TO**, Dissertação de mestrado em produção vegetal, UFT, 2016. Acesso em 2021. Disponível em: CAPORAL, F. R, CONSTABEBER, J. A. C. AGROECOLOGIA E EXTENSÃO RURAL: **Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre (RS) p.177, 2004.

EMBRAPA-SNLCS. **Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Definição e notação de horizontes e camadas do solo. 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1988. 54p. (Documentos, 3).

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. **Solos e Nutrição de Plantas**. Bragantia, v.69, n.4, p.913-922, 2010. https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000400018.

LOBO, T. F, GRASSI F. H, BIUDES, E. P. Nitrogênio orgânico e químico na cultura da alface. Universidade Estadual Paulista –UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, **Colloquium Agrariae**. Botucatu, SP. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n4.a384ISSN on-line 1809-8215.

PEIXOTO FILHO, J.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em

cultivos sucessivos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010.

SOUSA, T. A, SANTOS, D. R, SILVA,. J. E, PINHEIRO, R. A, CABRAL, M. J. S. BARROS. R. P. Estudo alométrico e fenológico do boldo chinês (*Plectranthus ornatus* Codd, lamiaceae) cultivado com diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista da Universidade Estadual de Alagoas**/UNEAL-ISSN 2318-454X, Ano 12, Vol. 12(2), 2020.

SILVA, G. J.; MAIA, J. C. de S., BIANCHINI, A. Crescimento da parte aérea de plantas cultivadas em vaso, submetidas à irrigação subsuperficial e a diferentes graus de compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. **Revista Brasileira Ciências do Solo** . 2006, (v.30) (n.1) (p.31-40) ISSN 1806-9657. https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000100004.

VILELA, P. M. F, SILVA, A. V, GIUNTI, O. D, FRIGUEREDO, G. D, MORAIS, M. A, SANTOS, C. S. **Produtividade e qualidade da chia no sul de minas gerais**. Anais, p. 10. Poços de Caldas, 2016.

ZANATTA, T. P, LIBERA, D.D., SILVA, V.R., WERNER, C.J, ZANATTA, M. M.. Análise do crescimento da cultura da chia (Salvia hispanica). **Revista Brasileira cultivando o saber** (v 9) (n˚ 3) (p. 377 a 390) Julho a Setembro de 2016. ISSN 2175-2214.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CAROTENOIDES EM VARIEDADES LOCAIS DE MILHO

Data de aceite: 01/01/2022

Juliana Spezzatto
Engenheira Agrônoma formada pelo IFC – Campus Concórdia
Concórdia – SC
http://lattes.cnpq.br/3363910084791473

Grace Karina Kleber Romani
Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Federal do Paraná
Curitiba – PR
http://lattes.cnpq.br/6571366624678755

Tainá Caroline Kuhn
Mestranda do Programa de Pós-graduação em – Produção Vegetal - Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Federal do Paraná
Curitiba – PR
http://lattes.cnpq.br/3933122088896686

Yasmin Pincegher Siega
Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - Departamento de Fisiologia e Manejo de Plantas da Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/4153664494815664

Monalisa Cristina de Cól
Acadêmica do curso de Agronomia do IFC – Campus Concórdia
Concórdia – SC
http://lattes.cnpq.br/5007989228562379

Volmir Kist
Professor do curso de Agronomia do IFC – Campus Concórdia
Concórdia – SC
http://lattes.cnpq.br/6259569656758124

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar a produtividade de carotenoides em variedades locais de milho cultivadas por agricultores familiares do Oeste Catarinense. Na safra 2017/18, foram conduzidos quatro ensaios em três municípios do oeste de Santa Catarina, sendo: Novo Horizonte 1 (NH1), Novo Horizonte 2 (NH2), Iporã do Oeste (IPO) e Concórdia (IFC). Foram avaliados 12 tratamentos (10 variedades locais e 2 comerciais - testemunhas) em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições. A extração e quantificação do teor de carotenoides totais (CAR) foi feita a partir de uma amostra de farinha proveniente dos grãos de milho da parcela útil. As amostras de farinha foram dissolvidas em 10 mL de solução de hexano:acetona (v/v) contendo 100 mg/L de hidroxitolueno butilado, sendo incubadas no escuro por 30 min. O extrato foi submetido à espectrofotometria através da leitura a 450 nm de absorbância, sendo o teor de carotenoides totais determinado a partir da fórmula de Lambert-Beer. A produtividade de grãos (PRO) foi estimada a partir da produção obtida na área útil. A produtividade de carotenoides (PCAR) foi estimada a partir de PRO e CAR. Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, sendo as médias das fontes de variação significativas agrupadas pelo teste

Scott-Knott a 5% de probabilidade. Diferenças significativas (p<0,01) foram verificadas para as fontes de variação Ambiente (A), Variedade (G) e Interação GxA em todas as variáveis analisadas. As médias variaram de 4364 a 7668 kg ha^{-1}, 8,90 a 23,21 µg g^{-1}, 38,64 a 136,88 g ha^{-1}, para as variáveis PRO, CAR e PCAR, respectivamente. Conclui-se que há variabilidade genética entre as variedades de milho. As variedades Pixurum 6, MPA1, Neves, Roxo Pedro e Amarelão apresentaram altas produtividades de carotenoides, portanto, são as mais indicadas para o cultivo e fabricação de alimentos biofortificados.
PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Conservação *on farm,* Agricultura Familiar.

ANALYSIS OF CAROTENOID YIELD IN LOCAL MAIZE VARIETIES

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze the productivity of carotenoids in local maize varieties cultivated by family farmers in western Santa Catarina. In the 2017/18 crop year, four trials were conducted in three municipalities in the west of Santa Catarina, namely: Novo Horizonte 1 (NH1), Novo Horizonte 2 (NH2), Iporã do Oeste (IPO) and Concordia (IFC). Twelve treatments were evaluated (10 local varieties and 2 commercial - controls) in a randomized complete block design, with three replicates. The extraction and quantification of the total carotenoids (CAR) content was made from a sample of flour from the maize grains of the useful plot. Flour samples were dissolved in 10 mL of hexane:acetone (v/v) solution containing 100 mg/L of butylated hydroxytoluene, and incubated in the dark for 30 min. The extract was subjected to spectrophotometry at 450 nm, and the content of total carotenoids was determined using the Lambert-Beer formula. Grain yield (PRO) was estimated from the yield obtained in the useful area. Carotenoid yield (PCAR) was estimated from PRO and CAR. Data were submitted to individual and joint analysis of variance, and the means of significant sources of variation were grouped by the Scott-Knott test at 5% probability. Significant differences (p<0.01) were verified for the sources of variation environment (A), variety (G) and GxA interaction in all analyzed variables. Means ranged from 4364 to 7668 kg ha^{-1}, 8.90 to 23.21 µg g^{-1}, 38.64 to 136.88 g ha^{-1}, for the PRO, CAR and PCAR variables, respectively. It is concluded that there is genetic variability among maize varieties. The varieties Pixurum 6, MPA1, Neves, Roxo Pedro and Amarelão showed high carotenoid yields, therefore, they are the most suitable for the cultivation and manufacture of biofortified foods.
KEYWORDS: *Zea mays*, *on farm* Conservation, Family Farming.

1 | INTRODUÇÃO

Variedades locais de milho são cultivadas em diversas regiões do Brasil. Na maioria das vezes, são cultivadas por pequenos agricultores em ambientes agrícolas marginais, sem a utilização de pacotes tecnológicos. Mesmo assim, algumas dessas variedades apresentam elevado potencial produtivo de grãos e teor de compostos químicos, graças à variabilidade genética e à adaptação específica que desenvolveram nessas condições de cultivo ao longo do tempo (OGLIARI e ALVES, 2007; KIST et al., 2010).

No oeste de Santa Catarina (SC), o cultivo de variedades locais de milho é uma prática comum entre pequenos agricultores. O cultivo de variedades locais a partir de

sementes próprias, foi uma das estratégias encontradas pelos agricultores dessa região para viabilizar o sistema de produção, que visa inicialmente atender a demanda gerada no estabelecimento rural por meio da alimentação humana e animal e, num segundo momento, a geração de renda através da comercialização da produção de grãos (OGLIARI e ALVES, 2007). Apesar disso, a renda obtida a partir da cultura é relativamente baixa, porque a área disponível para o cultivo de culturas anuais é pequena, inferior a 5 hectares por safra em 30% dos estabelecimentos rurais do oeste catarinense (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017).

A comercialização de milhos especiais ou de seus subprodutos a nichos específicos de mercado, que prezam por alimentos saudáveis, podem proporcionar aos agricultores uma renda econômica melhor se comparado com a comercialização dos grãos para alimento animal. Estudos realizados com variedades locais de milho utilizadas por produtores familiares do Oeste Catarinense revelaram que essas sementes possuem elevado teor de carotenoides, tornando viável a sua exploração econômica como alimento funcional ou bioativo (KUHNEN et al., 2011; KIST et al., 2014). O consumo de dietas ricas em carotenoides tem apresentado relação inversa entre a incidência de alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, cataratas e degeneração macular (FRASER e BRAMLEY, 2004; STAHL e SIES, 2005).

Contudo, ainda são restritos os estudos sobre a composição química dos grãos das variedades de milho cultivadas pelos agricultores familiares do oeste de Santa Catarina (KUHNEN et al., 2011). Por meio da valorização dos produtos produzidos pela agricultura familiar, oriundos da diversidade genética local, é possível estimular a conservação *on farm* desse valioso recurso genético, que está cada vez mais escasso. Segundo Clement et al. (2007), a conservação *on farm* tem privilegiado os cultivos de interesse dos agricultores, enquanto houver interesse, haverá conservação *on farm*. Além da importância relacionada à conservação da diversidade biológica, a conservação *in situ e on farm* está fortemente ligada à segurança e soberania alimentar das comunidades tradicionais, tornando-se uma forma dinâmica de manejo e conservação dos recursos genéticos vegetais, que permite a continuidade do processo de evolução das espécies.

Ao longo dos últimos anos, o grupo de pesquisa em agrobiodiversidade (AGROBIO), do Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Concórdia, Santa Catarina (SC), tem desenvolvido diversas pesquisas com variedades locais de milho cedidas pelas instituições parceiras, sendo a: Cooperativa dos Agricultores Familiares de Novo Horizonte (COOPERAL), Associação dos Pequenos Agricultores Plantadores de Milho Crioulo Orgânico e Derivados (ASSO) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI – Chapecó e Concórdia). Estes estudos têm avaliado a resistência das variedades locais frente as principais doenças foliares de ocorrência natural, o teor de carotenoides e antocianinas em grãos e o potencial produtivo de grãos. A investigação do teor de carotenoides em farinha de variedades locais de milho tem sido motivada em razão da COOPERAL ter disponibilizado farinha destas variedades para escolas da região, por

meio de licitações, para ser utilizada na fabricação de alimentos que foram ofertados aos alunos como merenda escolar.

Dada a escassez de informações sobre este componente químico nestas variedades locais de milho, o objetivo principal do trabalho foi analisar a produtividade de carotenoides em variedades locais de milho cultivadas por agricultores familiares do oeste catarinense.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

As sementes das variedades locais de milho utilizadas para a condução do experimento foram obtidas por meio de doação das instituições parceiras deste projeto sendo elas a COOPERAL, ASSO e a EPAGRI.

As populações utilizadas possuem sementes com grande variabilidade de coloração (roxo, branco, amarelo, alaranjado, entre outros). Além disso, estavam sob cultivo por muitos anos, principalmente por produtores familiares, nos municípios de Anchieta, Guaraciaba, Abelardo Luz, Novo Horizonte, entre outros, no oeste de Santa Catarina.

2.2 Experimentos de campo

Na safra agrícola 2017/18, foram implantados quatro ensaios, em três municípios do oeste de Santa Catarina: Novo Horizonte (NHT 1 e NHT 2) (26°28'31.6" S e 52°48'04.5" W, alt. 651 m), Iporã do Oeste (IPO) (26°57'55.6" S e 53°33'02.5" W, alt. 553 m) e Concórdia (IFC) (27°12'15.1" S e 52°04'41.1" W, alt. 618 m). O clima da região onde foram conduzidos os ensaios, de acordo com a classificação de Köppen, é o mesotérmico úmido com verões quentes (Cfa).

Os ensaios foram constituídos de 12 tratamentos, sendo 10 variedades de milho de polinização livre (Pixurum 5, Pixurum 6, MPA 1, Roxo Anchieta, Amarelo Rajado, Neves, Roxo Pedro, Rajado, Amarelão e Branco) cedidas pelas instituições parceiras do projeto (COOPERAL e ASSO) e 2 variedades comerciais de polinização aberta (Colorado e Fortuna) da EPAGRI utilizadas como testemunhas. Os quatro experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos completos casualizados (DBC), com três repetições. As parcelas foram constituídas por quatro sulcos de 5 m de comprimento, com espaçamento de 90 cm entre sulcos. A densidade populacional final foi de 50.000 plantas ha^{-1}. Foi considerada área útil aquela ocupada pelos dois sulcos centrais da parcela, excluindo-se 50 cm em cada extremidade. Em todos os locais, a implantação dos ensaios foi efetuada, sob a forma de cultivo mínimo.

A adubação de base foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo. O nitrogênio foi aplicado de forma parcelada, ou seja, uma parte aplicada na adubação de base e outra quando as plantas estavam com oito folhas abertas. Os nutrientes minerais

fósforo e potássio foram aplicados apenas em forma de adubo base. Os tratos culturais para o controle de plantas espontâneas foram realizados sempre que necessário, de forma mecânica ou por meio da aplicação de herbicidas seletivos para a cultura.

2.3 Determinação da produtividade de grãos

Quando as plantas alcançaram a maturidade fisiológica e os grãos estavam com aproximadamente 15% de umidade, foi realizada a colheita das plantas da parcela útil. A partir do total de grãos da parcela útil foi mensurada a produção de grãos e o seu respectivo grau de umidade. Posteriormente, a partir desses dados, foi estimada a produtividade de grãos (PRO, kg ha^{-1}), com a umidade de grãos ajustada para 13%.

2.4 Preparo das amostras de farinha

As amostras de farinha utilizadas na extração dos carotenoides totais foram obtidas pela trituração de grãos de milho provenientes das parcelas úteis em moinho tipo Willey. As amostras de farinha foram armazenadas em tubos tipo Falcon e conservadas em freezer (-10ºC), para posterior análise.

2.5 Extração e quantificação de carotenoides totais

As amostras de farinha foram peneiradas a uma granulometria de 0,05 mm e secadas em estufa (50ºC) durante 24h. Depois disso, as amostras de farinha (1 g de peso seco) foram misturadas em 10 mL de solução de hexano:acetona (1/1) contendo 100 mL de BHT (hidroxitolueno butilado), agitadas por 3 min, e dispostas num ambiente escuro, onde permaneceram por 30 min. O extrato concentrado foi centrifugado por 5 min a 3.000 rpm. Após, 3 mL do extrato centrifugado foram submetidos à espectrofotometria para a determinação do teor de carotenoides totais, através da leitura em triplicata na absorbância de 450 ηm, conforme descrito em Aman et al. (2005).

O teor de carotenoides totais (CAR) foi determinado a partir fórmula de Lambert-Beer (Equação 1), utilizando o coeficiente de extinção molar (ε) 2.348 M^{-1} cm^{-1} (zeaxantina), conforme descrito em Briton (1995).

Equação 1:

$$CAR = \varepsilon * l * C$$

Onde:

CAR: Teor de carotenoides totais em µg g^{-1};

ε: Coeficiente de extinção molar (mol $L^{-1}.cm^{-1}$);

l: Largura da cubeta (cm);

C: Concentração molar (mol L^{-1})

2.6 Determinação da produtividade de carotenóides

Para determinar a produtividade de carotenóides, foi necessário inicialmente converter a PRO em produtividade de farinha. Esse procedimento foi feito multiplicando o

valor de PRO por 0,75, sendo esta constante um valor médio referente ao rendimento de farinha obtido a partir da moagem dos grãos de milho (CASTRO et al., 2009).

Por tanto, a produtividade de carotenoides (PCAR) foi estimada por meio da Equação 2, sendo:

$$PCAR = (PRO * 0{,}75) * (CAR/1000)$$

Onde:

PCAR: Produtividade de carotenoides totais em g ha^{-1};

PRO: Produtividade de grãos em kg ha^{-1};

CAR: Teor de carotenoides totais µg g^{-1}.

2.7 Análise dos dados

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância individual e conjunta pelo programa SISVAR® (FERREIRA, 2011). As fontes de variação que apresentaram diferenças significativas (p<0,05) tiveram suas médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância (ANOVA) individual revelou diferenças significativas (p<0,05) para a fonte de variação genótipo, nas três variáveis analisadas, nos quatro ambientes (Tabela1). Previamente a realização da análise conjunta foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais entre ambientes (CRUZ et al., 2012). Uma vez que a relação entre a maior e menor variância foi inferior 7:1, em todas as variáveis, procedeu-se com a análise conjunta.

A partir da ANOVA conjunta constatou-se diferenças significativas (p<0,05) nas fontes de variação ambiente (A), genótipo (G) e interação GxA, em todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A interação GxA significativa revelou que todas as variáveis foram afetadas pelo ambiente de cultivo e que houve alteração no ranking de classificação dos genótipos em função do ambiente em que foram cultivados, considerando todas as variáveis.

As médias entre ambientes variaram de 4.588,82 (NH1) a 7.223,13 kg ha^{-1} (IPO) na variável PRO, 14,28 (NH1) a 19,34 μg g^{-1} (IFC) na variável CAR e 49,76 (NH1) a 114,29 g ha^{-1} (IFC) na variável PCAR. O desempenho médio nos quatro ambientes, foi de 6.562,00 kg ha^{-1}, 16,66 μg g^{-1} e 85,52 g ha^{-1} para as variáveis PRO, CAR e PCAR, respectivamente (Tabela 1).

FV	GL	NH1	NH2	IPO	IFC	GL	CONJUNTA
Produtividade de grãos - PRO (kg ha^{-1})							
Bloco	2	4,12	3,71	14,72	35,08	2	1,78
Ambiente (A)	-	-	-	-	-	3	679,62 **
Tratamento (G)	11	23,41 *	60,92 **	54,65 **	48,48 **	11	125,87 **
G x A	-	-	-	-	-	33	20,53 *
Erro	22	7,52	14,44	7,84	14,89	94	11,65
Média (kg ha^{-1})	-	4588,82	6729,92	7223,13	7704,27	-	6562,00
CV (%)	-	18,90	17,86	12,26	15,84	-	16,45
Carotenoides Totais - CAR (μg g^{-1})							
Bloco	2	6,73	4,76	3,43	43,70	2	12,18
Ambiente (A)	-	-	-	-	-	3	220,49 **
Tratamento (G)	11	50,60 **	43,52 **	116,17 **	82,13 **	11	249,10 **
G x A	-	-	-	-	-	33	14,44 *
Erro	22	8,22	3,04	4,46	14,02	94	7,95
Média (μg g^{-1})	-	14,28	14,86	18,15	19,34	-	16,66
CV (%)	-	20,07	11,74	11,63	19,36	-	16,92
Produtividade de Carotenoides PCAR (g ha^{-1})							
Bloco	2	262,62	356,30	380,84	2379,41	2	578,50
Ambiente (A)	-	-	-	-	-	3	28997,35 **
Tratamento (G)	11	1028,25 **	2787,48 **	5823,21 **	5393,00 **	11	12230,30 **
G x A	-	-	-	-	-	33	933,88 **
Erro	22	170,75	379,76	309,58	784,22	94	444,43
Média (g ha^{-1})	-	49,76	77,07	100,95	114,29	-	85,52
CV (%)	-	26,26	25,29	17,43	24,50	-	24,65

*, **: significativo a 5% e 1% de probabilidade do erro, respectivamente. Valores do QM de PRO foram multiplicados por 10^{-5}.

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância individual e conjunta para as variáveis produtividade de grãos, carotenoides totais e produtividade de carotenoides, avaliadas nos ambientes Novo Horizonte 1 (NH1), Novo Horizonte 2 (NH2), Iporã do Oeste (IPO) e Concórdia (IFC). Safra 2017/18.

Considerando que interação GxA foi significativa (p<0,01) para todas as variáveis analisadas, foi feito o desdobramento das interações, ou seja, uma análise do desempenho dos genótipos dentro de cada ambiente. O resultado revelou haver diferenças significativas (p<0,05) entre os genótipos, em todas as variáveis e em todos os ambientes (Tabela 2).

FV	GL	PRO		CAR		PCAR	
Genótipo/ NH1	11	23,41	*	50,58	**	1028,20	*
Genótipo/ NH2	11	60,92	**	43,52	**	2787,39	**
Genótipo/IPO	11	54,65	**	116,16	**	5823,45	**
Genótipo/IFC	11	48,49	**	82,11	**	5392,84	**
Erro	94	11,65		79,49		444,44	

*, **: significativo em nível de 5% e 1% de probabilidade do erro, respectivamente. Os QM de PRO foram multiplicados por 10-5.

Tabela 2. Quadrados médios do desdobramento da interação, genótipos dentro de ambientes para as variáveis produtividade de grãos (PRO), carotenoides (CAR) e produtividade de carotenoides (PCAR).

Tratamentos	NH1		NH2		IPO		IFC		Média
	Produtividade de grãos - PRO (kg ha-1)								
Pixurum 5	3270,74	b	3551,78	b	5986,83	b	4649,56	b	4364,72
Pixurum 6	5272,32	a	8083,04	a	8622,90	a	7525,95	a	7376,07
MPA 1	5652,36	a	7526,83	a	8453,41	a	7813,89	a	7361,62
Roxo Anchieta	3603,21	b	5474,67	b	4614,67	b	7290,01	a	5245,64
Amarelo Rajado	4791,73	a	6799,82	a	6812,26	b	7975,11	a	6594,73
Neves	3393,09	b	6580,99	a	5971,81	b	8271,31	a	6054,30
Roxo Pedro	4761,68	a	8137,47	a	7690,00	a	8051,45	a	7160,15
Rajado	4921,85	a	4968,35	b	5755,05	b	8712,31	a	6089,39
Amarelão	6047,42	a	7681,15	a	7936,79	a	8408,46	a	7518,45
Branco	3888,95	b	6524,61	a	7852,80	a	6012,12	b	6069,62
Colorado	4678,84	a	7401,44	a	8545,81	a	8313,79	a	7234,97
Fortuna	4783,68	a	8028,82	a	8435,21	a	9427,31	a	7668,76
Média	4588,82	C	6729,92	B	7223,13	A	7704,27	A	6561,54
Tratamentos	Carotenoides totais - CAR (μg g-1)								
Pixurum 5	12,34	b	14,57	c	16,47	c	17,66	b	15,26
Pixurum 6	17,62	a	13,70	c	17,32	c	19,95	a	17,14
MPA 1	11,73	b	16,02	b	19,72	b	20,59	a	17,02
Roxo Anchieta	8,98	b	8,42	d	9,31	d	11,77	c	9,62
Amarelo Rajado	14,00	b	12,87	c	14,08	c	17,26	b	14,55
Neves	14,99	b	17,68	b	24,17	a	23,67	a	20,13
Roxo Pedro	12,14	b	18,47	a	24,78	a	24,74	a	20,03
Rajado	12,62	b	11,83	c	13,98	c	16,65	b	13,77
Amarelão	15,07	b	16,12	b	17,58	c	21,46	a	17,56
Branco	9,31	b	9,18	d	8,35	d	8,76	c	8,90

Colorado	22,92	a	20,15	a	24,13	a	23,53	a	22,68
Fortuna	19,58	a	19,26	a	27,92	a	26,10	a	23,21
Média	14,28	B	14,86	B	18,15	A	19,34	A	16,66
Tratamentos	Produtividade de carotenoides - PCAR (g ha-1)								
Pixurum 5	30,26	b	39,38	b	74,25	c	63,09	b	51,75
Pixurum 6	67,48	a	81,90	a	112,97	b	111,36	a	93,44
MPA 1	51,62	b	90,69	a	126,81	b	120,09	a	97,30
Roxo Anchieta	24,30	b	34,54	b	32,30	d	63,43	b	38,64
Amarelo Rajado	50,51	b	65,62	b	71,95	c	103,72	a	72,95
Neves	36,66	b	88,08	a	108,35	b	147,83	a	95,23
Roxo Pedro	43,33	b	112,39	a	142,46	a	150,36	a	112,13
Rajado	46,90	b	43,98	b	60,39	c	109,63	a	65,22
Amarelão	68,29	a	92,46	a	104,61	b	132,71	a	99,52
Branco	26,95	b	45,07	b	49,16	d	39,35	b	40,13
Colorado	78,89	a	114,53	a	154,46	a	144,11	a	123,00
Fortuna	71,91	a	116,10	a	173,68	a	185,85	a	136,88
Média	49,76	D	77,07	C	100,95	B	114,29	A	85,52

Média seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 3. Separação de médias das variáveis produtividade de grãos, carotenoides totais e produtividade de carotenoides considerando os genótipos dentro de ambientes.

4 | CONSIDERAÇÕES GERAIS

As médias conjuntas da variável PRO variaram de 4.364,72 a 7.668,76 kg ha^{-1} (Tabela 3), apresentando uma média geral de 6.561,54 kg ha^{-1}. Esse valor médio é superior ao relatado por Silveira et al. (2015), que a partir da avaliação de oito variedades crioulas de milho obtiveram uma produtividade média de 4.600 kg ha^{-1}. Contudo, a média geral obtida neste trabalho ficou abaixo do valor de produtividade do Estado de Santa Catarina, que na safra 2017/18 alcançou valor de 7.990 kg ha^{-1} (CONAB, 2018). Apesar disso, é possível observar que alguns genótipos apresentaram grande potencial produtivo. A variedade Fortuna, apresentou um valor médio de 7.668,76 kg ha^{-1}, mas com valores superiores a 8.000 kg ha^{-1} em três dos quatro locais.

As variedades Pixurum 6, MPA 1, Amarelo Rajado, Roxo Pedro, Amarelão, Colorado e Fortuna são as mais produtivas em pelo menos três dos quatro locais avaliados. As variedades Colorado e Fortuna foram utilizadas como testemunhas e já passaram por processos de melhoramento genético, o que pode ter favorecido o seu desempenho diante das demais variedades. É importante ressaltar que as variedades locais citadas acima foram tão produtivas quanto às testemunhas em todos os locais.

A variável CAR apresentou uma média de 16,66 μg g^{-1} de farinha, com as médias variando de 8,9 a 23,21 μg g^{-1} de farinha entre as variedades. Valores semelhantes ao deste trabalho foram relatados por outros autores, como Kuhnen et al. (2011), que a partir de 26 variedades crioulas e locais de milho, obtiveram uma média de 12,5 µg g^{-1} de farinha, com a amplitude variando de 2 a 23 µg g^{-1} de farinha. Kist et al. (2014) a partir da avaliação de 196 famílias de meio irmãos de uma população de polinização livre encontraram uma média de 16 µg g^{-1} de farinha. As variedades locais Neves (20,13 µg g^{-1}) e Roxo Pedro (20,03 µg g^{-1}), se destacaram por apresentar teor de carotenoides totais tão elevados quanto os das testemunhas Colorado (22,68 µg g^{-1}) e Fortuna (23,21 µg g^{-1}) (Tabela 3).

A variável PCAR apresentou valor médio de 85,52 g ha^{-1}, com variação de 38,64 a 136,88 g ha^{-1} entre as variedades (Tabela 3). Essa ampla variação pode ser justificada pela grande variabilidade genética existente entre os tratamentos utilizados. Esses valores médios são maiores que os valores encontrados por Kist et al. (2014), que ao analisarem famílias de meio-irmãos de uma polinização livre encontraram valores médios variando de 78,22 a 96,63 g ha^{-1}. Porém, os autores não consideraram o rendimento de farinha, utilizando apenas os valores de produtividade de grãos para os cálculos de PCAR. As variedades Roxo Pedro (112,13 g ha^{-1}) e Amarelão (99,52 g ha^{-1}) foram tão produtivas quanto as testemunhas Colorado (123,00 g ha^{-1}) e Fortuna (136,88 g ha^{-1}) para a variável PCAR. Observa-se que as variedades que se destacaram em PCAR também apresentaram elevadas produtividades de grãos.

5 | CONCLUSÃO

Existe grande variabilidade genética para a produtividade de carotenoides entre as variedades avaliadas.

Os menores valores de produtividade de carotenoides foram observados nas variedades que possuem grãos de coloração branca ou translúcida e, os maiores, em variedades com grãos de coloração amarelo e alaranjada.

As variedades Pixurum 6, MPA1, Neves, Roxo Pedro e Amarelão apresentaram altas produtividades de carotenoides, portanto, são as mais indicadas para o cultivo e fabricação de alimentos biofortificados.

REFERÊNCIAS

AMAN, R. et al. Isolation of carotenoids from plant materials and dietary supplements by high-speed counter-current chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 1074, p. 99-105, 2005.

BRITON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **Faseb Journal**, v. 9, p. 1551-1558, 1995.

CASTRO, M.V.L. et al. Rendimento industrial e composição química de milho de alta qualidade protéica em relação a híbridos comerciais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 233-242, 2009.

CENSO AGROPECUÁRIO 2017. **Resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/ agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?t=publicacoes.

CLEMENT, C.R. et al. Conservação on farm. In: NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira:** Grãos, Safra 2017/2018, 12° Levantamento, set., 2018.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. UFV, 2021. 514p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FRASER, P.D.; BRAMLEY, P.M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, v.43, p.228-265, 2004.

KIST, V. et al. Genetic variability for carotenoid content of grains in a composite maize population. **Scientia Agricola**, v.71, p.480-487, 2014.

KUHNEN, S. et al. Carotenoid and anthocyanin contents of grains of Brazilian maize landraces. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91: 1548-1553, 2011.

OGLIARI, J.B.; ALVES, A.C. Manejo e uso de variedades de milho com estratégia de conservação em Anchieta. In: Boef, W.S.; Thijssen, M.H.; Ogliari, J.B.; Stapit, B.R. (ed) **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre, RS: L&PM, pp.226-234, 2007.

SILVEIRA, D.C. et al. Produtividade e características de variedades de milho crioulo cultivadas na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Agrarian Academy**, v.2, p.60-69, 2015.

STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. **Biochim Biophys Acta**, v.1740, p.101-107, 2005.

CAPÍTULO 5

O MERCADO ATACADISTA DE HORTALIÇAS EM PONTA PORÃ/MS: CORRELAÇÃO ENTRE A NECESSIDADE DE CONSUMO E OFERTA

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 11/10/2021

Romildo Camargo Martins
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB Campo Grande – MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
http://lattes.cnpq.br/3446894276755097

Reginaldo B. Costa
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB Campo Grande – MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
http://lattes.cnpq.br/5482602985686580

Rildo Vieira de Araújo
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB Campo Grande – MS) e (IFMT-Barra do Garças – MT), Ciência Ambientais, Sustentabilidade Agropecuária e Agrimensura.
http://lattes.cnpq.br/8724163396459735

Ana Cristina de Almeida Ribeiro
Universidade Federal de Mato Grosso – Barra do Garças, Biologia e Faculdade Única (ÚNICA), Ecologia e Biodiversidade
http://lattes.cnpq.br/6244849447753988

Jonas Benevides Correia
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB Campo Grande – MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
http://lattes.cnpq.br/4629683704224070

RESUMO: A presente pesquisa objetiva evidenciar as principais hortaliças consumidas no município de Ponta Porã/MS, indicando a origem desta produção e o volume demandado para consumo local. Inicia-se o texto com uma discussão acerca da importância do consumo de hortaliças para uma alimentação saudável. Diante à diversidade de hortaliças – tuberosas, herbáceas e hortaliças frutos – o estudo adota os resultados apresentados no Catálogo Brasileiro de Hortaliças, desenvolvido pelo Serviço Brasileiro de Apoio ao Micro às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com o intuito de identificar quais os principais produtos que compõem a preferencia nacional. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e exploratória, auxiliada por dados obtidos em pesquisa de campo, coletada através de entrevistas com aplicação de questionários semiestruturados, previamente elaborados, envolvendo 04 (quatro) distribuidoras de hortifrutigranjeiros estabelecidas no município. Os dados foram analisados quantitativamente e com percepções qualitativas, sendo preservada a subjetividade de fatos observados. Foi possível identificar os 05 (cinco) principais produtos consumidos. Em sua totalidade, tais produtos tem procedência de outros estados do território brasileiro, mesmo havendo no município a produção de hortifrutigranjeiros oriundos da agricultura familiar em estabelecimentos rurais do Assentamento Itamarati.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação saudável, Hortaliças, Agricultura familiar, Demanda local.

THE WHOLESALE MARKET FOR VEGETABLES IN PONTA PORÃ/MS:

CORRELATION BETWEEN THE NEED FOR CONSUMPTION AND SUPPLY

ABSTRACT: This research aims to highlight the main vegetables consumed in the city of Ponta Porã/MS, indicating the origin of this production and the volume demanded for local consumption. The text begins with a discussion about the importance of consuming vegetables for healthy eating. Given the diversity of vegetables – tuberose, herbaceous and fruit vegetables – the study adopts the results presented in the Brazilian Catalog of Vegetables, developed by the Brazilian Micro and Small Business Support Service (SEBRAE) and by the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), in order to identify the main products that make up the national preference. It is a bibliographical and exploratory research, aided by data obtained in field research, collected through interviews with application of semi-structured questionnaires, previously elaborated, involving 04 (four) fruit and vegetable distributors established in the city. Data were analyzed quantitatively and with qualitative insights, preserving the subjectivity of observed facts. It was possible to identify the 05 (five) main products consumed. In their totality, these products come from other states in the Brazilian territory, even though the municipality produces fruit and vegetables from family farming in rural establishments of the Itamarati Settlement.
KEYWORDS: Healthy eating, Vegetables, Family farming, Local demand.

1 | INTRODUÇÃO

As percepções sobre a importância das vitaminas para uma nutrição saudável têm indicado uma tendência no aumento e na procura por alimentos que proporcionem esta condição, principalmente para os vegetais (frutas, legumes e verduras) e suscitado importantes questionamentos acerca dos incentivos à produção local. Sinalizando que esta virtual ascendência no consumo indicaria a necessidade constante pela ampliação da oferta, justamente em atendimento à crescente demanda.

No entanto, a produção tem diminuído, conforme estudo publicado no Anuário Hortifrúti Brasil 2015/2016 (p.12), afirmando que “em 2016, [...] a expectativa é que os produtores limitem seus investimentos devido as quatro “crises” já vivenciadas em 2015: hídrica, cambial, crédito para custeio/investimento e de consumo”.

Neste sentido, como se não bastassem os fatores já mencionados, surge um questionamento ímpar junto a referida temática, ou seja, a diminuição na oferta de hortifrutigranjeiros, também estaria relacionada as substituições por outras culturas em áreas com virtuais capacidades endógenas, como por exemplo os assentamentos rurais, resultantes da reforma agrária.

Uma vez inexplorada as capacidades produtivas locais, sejam elas, para culturas permanentes ou temporárias, há uma demanda por consumo. Sendo que o atendimento a estas necessidades ocorreria apenas mediante a aquisição da produção originada em outros Estados, a quilômetros de distância, agregando um custo adicional ao preço final.

No cerne deste cenário, observa-se de um lado o esforço voltado à conscientização

e estímulo ao consumo de produtos saudáveis, e, de outro uma descontinuidade no volume de oferta de produtos que compõem uma alimentação saudável, fazendo surgir novas indagações a respeito da própria capacidade produtiva local, uma vez que o município de Ponta Porã/MS, assim como grande parte do território brasileiro, possui terras agricultáveis, em condições de suprir tais necessidades/demandas.

Desta forma objetiva-se determinar, através deste estudo, o volume e a origem de algumas hortaliças comercializadas pelos atacadistas atuantes no município supracitado. Ressaltando que, visto às inúmeras espécies de hortaliças existentes – desde folhas, hastes, tubérculos, bulbos, etc. – tornou-se necessário a delimitação do objeto de pesquisa. Sendo assim mediante tal diversidade, a pesquisa direcionou-se para aqueles considerados mais comuns à mesa do consumidor brasileiro: batata inglesa, cenoura, beterraba, cebola e tomate.

De posse destas informações iniciais, serão enumerados os principais produtos que são comercializados e também se ocorrem aquisições locais no município. Em seguida, serão investigados e apresentados os principais fatores que impedem a formação de parcerias comerciais locais (produtor/distribuidor).

O presente estudo destaca em sua introdução, uma contextualização do tema proposto e seu objetivo. A partir da segunda seção, o referencial teórico direciona o leitor para os entendimentos necessários, objetivando evidenciar um contrassenso observado ao longo da pesquisa bibliográfica: de um lado a importância da alimentação saudável, sob orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e das políticas públicas de saúde, e de outro, os indicativos de redução da área plantada.

A seção 3 apresenta as hortaliças e suas classificações, indicando sua diversidade e evidenciando os principais hortifrutigranjeiros comercializados no país; por fim delimitando o número de vegetais selecionados para esta pesquisa. A quarta seção, apresenta o município de Ponta Porã, sua localização, sua população, economia, sendo elaborada uma tabela com indicação da distância (km) entre o município e outras cidades/estados; a 5ª seção traz os aspectos da agricultura local; a seção 6 apresenta os Materiais e Métodos que foram adotados para o desenvolvimento do estudo; a 7ª e 8ª seção trazem os resultados e discussões e ao final as considerações.

2 | ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E SUA IMPORTÂNCIA

A manutenção da saúde está diretamente ligada à alimentação saudável, no qual aliada a outros comportamentos saudáveis podem contribuir para a longevidade humana. Assim, conforme pactuado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua Estratégia Mundial Sobre Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde[1], em sua orientação no

1 Assunto de pauta da 57ª Assembleia Mundial de Saúde.

combate às doenças crônicas[2], ao indicar que algumas mudanças nos hábitos alimentares, somados a atividades físicas, podem influenciar fortemente na redução de fatores de riscos na população.

A OMS (2004, p.7) enfatiza que “os fatores que mais contribuem para as doenças crônicas são: obesidade, alto nível de colesterol, hipertensão, fumo e álcool, definidas como doenças multifatoriais – Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)”. Tal constatação compartilhada mundialmente pela OMS tem norteado também algumas políticas públicas brasileiras, como por exemplo, a Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS), que, entre as iniciativas, propõe ações que priorizem a alimentação saudável; O Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) com previsão de monitoramento para 2011 até o ano 2022 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Como alternativa de enfrentamento a este quadro, a adoção de uma alimentação equilibrada com nutrientes (macronutrientes e micronutrientes)[3] tem sido fundamental para a manutenção da saúde. Uma vez que, a boa alimentação, auxilia no desempenho de atividades físicas, nos estados de intolerância alimentares, no controle do peso corporal e também na redução de fatores de riscos para doenças crônicas, auxiliando o corpo em suas demandas por nutrientes em função das comuns alterações, tidas como transitórias ou permanentes, assim como ocorre na infância, na puberdade, na gestação e no envelhecimento (REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014).

Entre as necessidades do corpo humano, os micronutrientes podem ser supridos, por exemplo, com a ingestão de vegetais, visto como uma necessidade diária, pois o próprio metabolismo humano é incapaz de produzí-las. Com efeito, caso contrário, uma dieta com ausência de tais vitaminas, provocaria o que se denomina por avitaminose[4].

Algumas frutas, verduras e legumes, contêm os micronutrientes necessários ao metabolismo, atuando como moléculas orgânicas (que contêm carbono) as quais funcionam:

> [...] principalmente como catalisadores para reações dentro do organismo. Um catalisador é uma substância que permite que uma reação química ocorra usando menos energia e menos tempo do que levaria em condições normais. Se esses catalisadores estiverem faltando, como na carência de vitaminas, as funções normais do organismo podem entrar em colapso, deixando o organismo suscetível a doenças. (REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014, p. 30).

Percebe-se então, a importância da função catalisadora desempenhada pela ingestão de alimentos. Neste sentido, a Tabela 1, a seguir, correlaciona alguns exemplos

---

2 Segundo publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2004), as doenças crônicas figuram como principal causa de mortalidade e incapacidade no mundo, responsável por 59% dos 56,5 milhões de óbitos anuais. São os chamados agravos não-transmissíveis, que incluem doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, câncer e doenças respiratórias.

3 Os nutrientes podem ser categorizados em macronutrientes: proteínas, carboidratos e gorduras, e micronutrientes, vitaminas e minerais, os quais são essenciais para o funcionamento adequado e, portanto, para um estado ótimo de saúde.

4 Também designadas por doenças carenciais, sua causa é a inexistência de aporte ao organismo de vitaminas em quantidade suficiente e por um período de tempo prolongado.

de alimentos que contêm vitamina A.

ALIMENTOS RICOS EM VITAMINA A	PESO (G)	VITAMINA A (UI)5
Bife de fígado cozido	100	10700
Óleo de fígado de bacalhau	13,6	4080
Cenoura Crua	72	2025-3800
Cenoura cozida fatiada	76	1300-1900
Batata-doce assada	60	1310
Manga	207	805
Espinafre cozido	95	739
Couve cozida	90	502
Beterrabas frescas cozidas	72	367
Suco de tomate	242	283

Tabela 1 – Fontes de vitamina A.

Fonte: Revista Food Ingredients Brasil, edição n.º29 – 2014.

A Vitamina A tem fundamental importância ao bom funcionamento da visão, atua também no crescimento, desenvolvimento e manutenção da pele, além de contribuir para o aumento da imunidade. Podem ser encontradas em vegetais com pigmentação amarelas e laranjas, e também em verduras. Entre algumas de suas contribuições a saúde humana, destaca-se sua atuação como antioxidante, podendo contribuir no combate ao aparecimento de câncer e de doenças cardíacas (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

Outro exemplo é a Vitamina K, que também pode ser encontrada em vegetais, estando presente na gordura dos alimentos. Caracteriza-se como vitamina lipossolúvel[6] e que atua como excelente coagulante sanguíneo. Conforme demonstrado na Tabela 2, que indica alguns alimentos ricos em Vitamina K.

ALIMENTOS	QUANTIDADE	VITAMINA K (MG)
Folha de nabo	2/3 xícara	650
Alface	¼ pé	129
Repolho	2/3 xícara	125
Fígado de boi	85 g	110
Brócolis	½ xícara	100
Espinafre	½ xícara	80
Aspargo	2/3 xícara	57

5 UI ou Unidade Internacional, uma das várias maneiras de se determinar a atividade da Vitamina A, sendo que: 1 UI = 0,3 microgramas de vitamina A (all-trans retinol).

6 As vitaminas dividem-se em: lipossolúveis e hidrossolúveis. As lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K) se caracterizam por serem solúveis e gordura (lipídios); as hidrossolúveis são aquelas que se dissolvem na água (vitaminas C e as que compõem o Complexo B).

Fígado de porco	85 g	30
Ervilha	2/3 xícara	19
Presunto	85 g	18

Tabela 2 – Fontes de vitamina K.

Fonte: Revista Food Ingredients Brasil, edição n. 29 – 2014.

Observada as contribuições dos alimentos vegetais e suas riquezas nutricionais, justificam-se o anseio pelo consumo, uma vez que conforme pode ser observado nas Tabelas 1 e 2, existem outros alimentos que podem vir a suprir a necessidade do organismo humano (Vitamina A: óleo de fígado de bacalhau; Vitamina K: presunto) entretanto há de se considerar que tais alimentos são menos acessíveis a população em geral, em virtude de seu custo e oferta.

3 I GRUPO: HORTALIÇAS

Popularmente conhecidas como verduras e legumes, tais vegetais se caracterizam por terem suas culturas em ciclos curtos e de tratos intensivos, sendo suas partes comestíveis mesmo sem a necessidade de uma prévia industrialização (SENAR, 2012).

Diante de sua diversidade de espécies e também de suas particularidades, criou-se uma metodologia na qual pudessem evidenciar as semelhanças e diferenças botânicas entre tais culturas. Tal classificação[7], – com algumas alterações – vem sendo utilizada pelo Sistema Nacional de Abastecimento (CEASAs), a qual se apresenta da seguinte forma:

• **Hortaliças tuberosas** – são aquelas, cujas partes utilizáveis se desenvolvem dentro do solo, compreendendo: tubérculos (batatinha, cará), rizomas (inhame), bulbos (cebola, alho) e raízes tuberosas (cenoura, beterraba, batata-doce, mandioquinha-salsa).

• **Hortaliças herbáceas** – aquelas, cujas partes aproveitáveis situam-se acima do solo, sendo tenras e suculentas: folhas (alface, taioba, repolho, espinafre), talos e hastes (aspargo, funcho, aipo), flores e inflorescências (couve-flor, brócolis, alcachofra).

• **Hortaliças-fruto** – utiliza-se o fruto, verde ou maduro, todo ou em parte: melancia, pimentão, quiabo, ervilha, tomate, jiló, berinjela, abóbora.

Entre as justificativas para esta classificação está na variedade que compõem a flora brasileira, tendo inclusive produtos com especificidades incomuns – também denominadas hortaliças raras como, por exemplo, a araruta, o açafrão-da-terra, o maxixe, o tomate de árvore, entre outras.

7 Para mais detalhes ver: BEVILACQUA, 2008.

3.1 As espécies mais comercializadas

Em 2010, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro Pequenas Empresas (SEBRAE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), elaboraram e divulgaram em âmbito nacional o "Catálogo Brasileiro de Hortaliças – Saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país", na forma de livro, o estudo indica como proceder junto ao correto cultivo de vegetais, desde a abóbora até aos tomates, indicando claramente que este é o seleto grupo das principais culturas que compõem a culinária brasileira. Neste mesmo documento, foram listados as dez espécies mais populares: a batata, o tomate, a cebola, a cenoura, a abóbora, o repolho, a alface, o chuchu, a batata-doce e o pimentão, (SEBRAE; EMBRAPA, 2010).

Frente a esta diversidade, enfatiza-se que o presente estudo estará concentrado em 05 (cinco) variedades, sendo: batata, tomate, cebola, cenoura e beterraba, conforme já mencionado anteriormente. As quais a seguir serão descritas algumas de suas respectivas características, conforme o Catálogo Brasileiro de Hortaliças (2010):

> 1º **Batata** – originária dos Andes, a batateira produz caules modificados (tubérculos) ricos em carboidratos, muito utilizados na alimentação humana. A batata também é fonte importante de fósforo e vitaminas do grupo B. [...]
> 2º **Tomate** – é uma das hortaliças mais consumidas no mundo, sendo fonte de vitaminas A e C e de sais minerais como potássio. [...]
> 3º **Cebola** – é uma planta originária da Ásia, sendo que a parte utilizável é um bulbo originado de folhas carnosas. É rica em vitaminas do complexo B, principalmente B1 e B2, e vitamina C. [...]
> 4º **Cenoura** – é uma planta cuja parte comestível é a raiz tuberosa de cor alaranjada. Tem alto teor de betacaroteno, substância necessária à produção de vitamina A pelo nosso organismo. Também fornece cálcio, sódio e potássio. [...]
> 5º **Beterraba** – é uma hortaliça bastante consumida no Brasil, cuja parte tuberosa tem sabor doce e coloração roxa. É fonte de sais minerais, principalmente ferro, e açúcar (SEBRAE; EMBRAPA, 2010, p. 17 – 57, grifo nosso).

Portanto, em síntese, percebe-se que entre as características comuns aos cinco principais vegetais, destaca-se: a riqueza nutricional; a facilidade de manipulação e variedade de pratos para consumo; a disposição para aquisição em todo país. Suas posições de destaque nacional se encontram principalmente, por atenderem aos gostos dos brasileiros, não se configurando como específicos a uma região.

4 I O MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ/MS – LOCALIZAÇÃO, POPULAÇÃO E ECONOMIA

Nesta seção pretende-se apresentar o universo de pesquisa, detalhando a localização e sua distância para alguns municípios, o volume populacional e sua economia.

O município de Ponta Porã/MS, esta localizado a aproximadamente 324 km da capital do Estado, Campo Grande. A cidade constitui uma conurbação com a cidade de Pedro

Juan Caballero/PY configurando-se como cidade-gêmea[8], que entre tantas peculiaridades apresentam certas homogeneidades folclóricas, culturais, gastronômicas, etc. Situado ao sul da região Centro-Oeste do Brasil, é um dos municípios, que compõem a Microrregião de Dourados. A Tabela 3 indica a distância para alguns municípios sul-mato-grossenses e também para algumas importantes cidades em outros Estados.

CIDADES, ESTADO, TERRITÓRIO	DISTÂNCIA (KM)
Amambai, MS	94,61
Antônio João, MS	59,68
Aral Moreira, MS	90,39
Bela Vista, MS	130,08
Cascavel, PR	435,91
Umuarama, PR	397,80
Porto Alegre, RS	1.257,41
Distrito Nova Itamarati, MS	50
Ceará, BR	3.281
São Paulo, SP	1.119,63

Tabela 3 – Outros municípios e suas respectivas distâncias a Ponta Porã/MS.

Fonte: elaboração própria

Convém ressaltar que os municípios de Amambai, Aral Moreira, Bela Vista e o Distrito Nova Itamarati são citados por estarem nas proximidades, configurando-se como potenciais produtores e/ou consumidores de hortaliças.

Por outro lado, os municípios de Cascavel/PR, Umuarama/PR, São Paulo/SP e o Estado do Ceará, são citados, apenas como referência de distâncias, uma vez que nestas localidades se concentram grandes produtores de hortifrutigranjeiros. Conforme levantamento elaborado e divulgado pelo Departamento de Economia Rural (DERAL, 2012, p.1), indicando que o Estado do Paraná.

> [...] possui uma vasta extensão territorial o que permite que sejam produzidas inúmeras variedades de produtos. A produção paranaense de olerícolas é pulverizada por todas as regiões do Estado, com uma concentração maior em torno das grandes cidades, conhecidas como "cinturões verdes".

Assim como também o Estado de São Paulo possui:

> [...] o maior setor produtivo de olerícolas do Brasil, com 20% da produção, e o principal mercado consumidor, que absorve 22% do produzido. Em 2011, computadas 11 culturas, a quantidade colhida chegou a 2,7 milhões de toneladas, em 86 mil hectares. (CARVALHO et al. 2013, p. 14).

Tais condições de destaque credenciam os respectivos estados supracitados, como

8 Cidades-gêmeas são pares de centros urbanos, com limite internacional, conurbados ou não, com registros de diferentes níveis de interação e diferentes atividades econômicas no entorno, etc.

principais produtores e exportadores de hortifrutigranjeiros.

4.2 População e economia

Segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, o município de Ponta Porã, apresentava cerca de 77.872 habitantes, havendo uma estimativa de crescimento populacional em 2016 para 88.164. Sendo considerado o 5º município mais populoso do Estado de Mato Grosso do Sul (SEMADE, 2015).

Para o município de Pedro Juan Caballero, segundo Atlas do Censo de Amambay publicado em 2002, a população era de 88.189 (DOKKO e LAMOSO, 2014). Porém, acredita-se que, mesmo não havendo publicação oficial, a população atual ultrapasse os 100 mil habitantes.

Ambas as cidades se constituem uma só, tendo apenas uma divisão administrativa territorial, que, no entanto, se confunde pela liberdade de acesso entre os municípios, tanto para o trânsito de pessoas e veículos, quanto para a aquisição de bens de consumo não duráveis - alimentos, bebidas, vestuário, calçados, etc.

Conforme dados do IBGE e publicados pelo SEBRAE (2015) o PIB (Produto Interno Bruto) registrado no ano de 2015 foi de R$1.365.906.000,00 posicionando o município na 5ª colocação do ranking estadual, sendo a composição do PIB concentrada nas seguintes atividades econômicas: comércio e serviços (53%); indústria (15%); agropecuária (20%); impostos (12%).

5 | ASPECTOS DA AGRICULTURA LOCAL

A palavra agricultura define a atividade onde o ser humano se dedica à cultura do solo, para produzir os vegetais necessários à sua sobrevivência, seja para consumo ou para a nutrição animal. Essa capacidade de produção está vinculada a fatores, como por exemplo, o solo e o clima. Nesta perspectiva, algumas variedades de solos, são menos favoráveis ao cultivo, tornando-se interessante uma prévia análise de suas capacidades intrínsecas que permita a escolha do melhor tipo de cultura a ser explorada em determinada região, pois:

> Alguns solos com tipo de argila expansiva (tipo montmorilonita) podem apresentar forte agregação, prejudicando as condições de permeabilidade e a livre penetração do sistema radicular, e devem também ser evitados. Existe sempre uma preocupação em analisar as características ambientais em termos da adequação ao uso que se tem em mente. Isto é da mais alta relevância, porque a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados. Em outras palavras, o uso e a ocupação de uma determinada paisagem são condicionados pelas suas características intrínsecas. Estas determinam as potencialidades de uso/ocupação e a potencialização de conflitos de interesses. (SANS; SANTANA, 2000, p. 1).

Esta percepção humana tem norteado o cultivo por todo o território brasileiro,

permitindo ao agricultor extrair maior produtividade agrícola por área plantada. Assim também ocorre no município de Ponta Porã/MS, que tem se destacado no cultivo de diversas espécies de vegetais, desde as culturas temporárias às permanentes.

> No território do município de Ponta Porã, 31% da área era dedicada, em 2006, à agricultura, dedicada principalmente às culturas temporárias e 52,6% da área era de pastagens, que abrigaram 180.466 cabeças de bovinos em 2013. [...] A cultura temporária no município de Ponta Porã se concentrou, em 2013, nos cultivos de soja e milho, que ocuparam, juntos, 84% da área de culturas temporárias. As culturas permanentes limitaram-se a 10 hectares de cultivo de café e 50 hectares de erva-mate. (SEBRAE, 2015).

Com uma unidade territorial que perfaz 5.330,448 km^2 o município distribui sua área para atividades desenvolvidas em pequenas, médias e grandes propriedades, sendo também povoada por assentamentos rurais, o qual registra a existência de 15 assentamentos, que abrigam aproximadamente 3.006 famílias, em uma área total de 80.886,93 hectares (SEBRAE, 2015).

Desta forma, sendo a atividade agrícola um dos pilares da economia local, haveria uma virtual capacidade de produção, voltada a diversificação, incluindo a produção de algumas variedades de frutas, legumes e verduras.

6 | MATERIAIS E MÉTODOS

A efetividade desta investigação está vinculada, necessariamente, a uma delimitação do objeto de pesquisa, frente a amplitude do termo hortifrutigranjeiro, que incorpora produtos de hortas, pomares e granjas. Nesse sentido, o estudo voltou-se para a compreensão do mercado consumidor das hortaliças – o termo genérico que compreende as verduras, os tubérculos, as raízes e as leguminosas, isto é, aqueles produtos cultivados em hortas – bem como, a dinâmica do comércio de hortaliças no município de Ponta Porã/MS, na tentativa de obter respostas ao seguinte questionamento: Qual o volume e de onde provêm as hortaliças comercializadas no município de Ponta Porã/MS?

Tendo por objetivo, identificar a origem dos produtos destinados ao consumo local, indicando o volume dos principais produtos demandados.

Para a consecução da pesquisa exigiu-se também a necessidade de uma delimitação do universo a ser investigado, sem que houvesse prejuízos aos resultados. Para isso, optou-se por envolver apenas os grandes distribuidores de hortifrúti[9] do município, por entender que estes são os principais responsáveis pela disseminação da maior parte de hortifrutigranjeiros, além da maior facilidade na organização dos dados e informações a serem coletadas.

No intuito de maior clareza, descreve-se a seguir, os métodos adotados, dando especificidade quanto à classificação da pesquisa, sua estratégia, os procedimentos para

9 Local em que são comercializados os produtos provenientes de hortas, geralmente, frutas, legumes, hortaliças etc.

a coleta de dados e suas respectivas formas de análises.

Portanto, quanto à natureza ou finalidade da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada, uma vez que pretende-se que tais resultados possam permear novas discussões e quiçá induzir políticas públicas que conduzam a uma nova realidade ao tema proposto (GIL, 2007); quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que não se tenha percebido publicações relacionadas ao tema; quanto aos procedimentos, inicia-se necessariamente com um aprofundamento bibliográfico, sendo esta a base de sustentação teórica para o tema proposto (FONSECA, 2002), sendo posteriormente confrontados a teoria e os resultados práticos evidenciados na pesquisa de campo, que será desenvolvida com os atores deste processo.

Ressalta-se que a pesquisa de campo, foi desenvolvida ao longo dos primeiros dez dias do mês dezembro/2016, onde primeiramente foi estabelecido um diálogo com os proprietários e/ou gerentes das 4 (quatro) grandes distribuidoras de hortifrutigranjeiros do município, sendo indagados, nesta oportunidade, a respeito da disponibilidade em participar da presente pesquisa.

Posteriormente foi elaborado um questionário estruturado com 05 perguntas abertas, que permitiu um alinhamento das respostas e foi utilizado como instrumento para a entrevista (LAKATOS E MARCONI, 2003), que ocorreu com todas as 4 empresas e que teve duração média de 18 minutos cada. Nesta oportunidade questionou-se: i) qual o volume médio mensal de hortaliças comercializadas pela empresa, para atender a demanda do município? ii) de onde provêm tais produtos? iii) quais as principais hortaliças comercializadas? iv) se a empresa faz aquisições locais? e v) quais as principais dificuldades em estabelecer negócios com produtores locais?

Desta forma, quanto à lógica, trata-se de uma pesquisa dedutiva, sendo composta por dados quantitativos (números objetivos) e com percepções qualitativas (informações subjetivas). A partir da coleta, tais dados e informações foram cuidadosamente tabuladas e apresentadas ao longo do texto, permitindo a análise concomitante dos resultados.

7 | APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observados os fatores que incitam para a necessidade de uma alimentação saudável, a presente pesquisa, propôs inicialmente um levantamento bibliográfico que fundamentasse tal relevância, o que foi possível ao se fazer uma releitura dos propósitos da OMS que por fim tem norteado a conduta de um grande número de agentes públicos (de saúde) pelo mundo afora.

Há de reconhecer o papel fundamental das hortaliças em contribuição para uma vida saudável, aliada a outras atividades complementares. Entretanto o que se questiona, é que mesmo havendo esta percepção, tem-se evidenciado uma constante diminuição no volume de produção de hortifrutigranjeiros – (ver detalhes no Anuário Hortifrúti Brasil

2015/2016). E que mesmo em localidades como o município de Ponta Porã, tal atividade não tem prosperado.

Até então esta percepção empírica tem suscitado diversas indagações, e que por fim norteou a presente pesquisa, conforme os propósitos listados na seção 5 pressupõe-se que o município detém capacidade produtiva (características ambientais e endogênica).

Diante dos fatos expostos, elaborou-se uma pesquisa com os maiores distribuidores de hortifrutigranjeiros estabelecidos no município, onde através da entrevista mediada por questionamentos foi possível evidenciar os seguintes pontos.

	RESPOSTAS
I. Média mensal de comercialização para os produtos (batata inglesa, cenoura, beterraba, cebola e tomate)	294.700 kg/mês
II. De onde provêm estes produtos? (Estado, município)	GO, PR, SP, RS

Tabela 4 - Volume comercializado e origem dos principais produtos hortifrutigranjeiros.

Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Ao primeiro questionamento, observa-se que a média mensal de consumo para os principais produtos pesquisados é de 294.700 kg/mês, ou seja, são necessários aproximadamente 9.823 kg/dia de batata inglesa, cenoura, beterraba, cebola e tomate, para suprir as necessidades dos consumidores atendidos pelas empresas pesquisadas. Ressalta-se que as demandas individuais por produtos, não foi o foco desta pesquisa, uma vez que se delimitou apenas as cinco principais, entretanto evidencia-se que a maior demanda ocorre para o consumo da batata inglesa ao tomate, em ordem decrescente.

Quando questionados, 100% dos respondentes indicaram que os principais produtos comercialização contemplam aqueles que segundo estudos da EMBRAPA, aparecem como sendo "mais consumidos no Brasil". Desta forma a batata inglesa, a cenoura, a beterraba, a cebola e os tomates figuram também como sendo os ingredientes mais desejados na composição da culinária pontaporanense.

A totalidade da produção comercializada (100%) provém de outros Estados (GO, PR, SP e RS), não havendo nenhuma aquisição local ou do Estado. Comportamento facilmente explicado pelas respostas obtidas no questionamento seguinte, que objetivava evidenciar as principais dificuldades no estabelecimento de parcerias comerciais com produtores locais. Entre elas:

- Ausência de tecnologias na produção, e consequente diminuição da qualidade do produto ofertado;
- Ética comercial, consubstanciada na ausência do comprometimento e

responsabilidade em cumprir acordos comerciais de produção e entrega;

• Dificuldades em estabelecer um preço que satisfaça ambas as partes (produtor/distribuidor);

• Dificuldade em atender continuamente a demanda, escalonando a produção, de modo a manter uma produção constante; e,

• A precariedade do sistema de logística adotado pelos produtores locais.

Por outro lado, um ponto a ser ressaltado, apesar de extrapolar o propósito do estudo em função da delimitação do objeto de pesquisa, é o fato de que em uma das empresas entrevistadas a aquisição das folhas (hortaliças herbáceas) é feita inteiramente com produtores locais – pequenos produtores (brasileiros e paraguaios) – estabelecidos nas proximidades.

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Presume-se que os objetivos que nortearam o presente estudo foram atendidos, ante aos fatos evidenciados na pesquisa de campo, que indicam uma dependência por produtos originados em outros estados, para o atendimento a demanda local.

Outro ponto evidenciado e que pode vir a ser o escopo de novas pesquisas é o fato de não haver nenhuma aquisição local para os produtos pesquisados.

O entendimento observado concentra-se principalmente, em relação à questão cultural, onde o produtor local, que além de não conseguir atender ao mínimo da qualidade exigida pelos consumidores (atacadistas e consumidor final) ainda padecem no quesito confiabilidade nas parcerias comerciais. Uma vez que conforme relatado por duas das empresas pesquisadas, mesmo havendo um acordo informal de compromisso de entrega, o produtor é muitas vezes seduzido por maiores ofertas no valor do seu produto e acabam por efetivar a entrega em outros pontos de distribuição, afetando o relacionamento comercial inicialmente estabelecido.

Desta forma, o problema não estaria apenas circunscrito em alguns pontos como logística e tecnologia aplicada, abarcaria comportamentos que devem ser melhorados. Portanto, percebe-se que o estabelecimento de uma parceria ocorreria a médio e longo prazo, se dependesse apenas da intenção dos distribuidores locais e da crescente demanda por hortifrutigranjeiros.

Acredita-se que a pesquisa tenha alcançado os objetivos propostos, no entanto, torna-se preponderante enfatizar que há uma clara necessidade de novas pesquisas acerca desta temática, que por fim, denote, por exemplo, a participação dos agentes públicos no auxílio a potenciais produtores, tendo em vista principalmente, a existência de um grande número de assentamentos rurais na localidade, o que pode vir a se apresentar como uma alternativa ao desenvolvimento local.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO HORTIFRÚTI BRASIL – **Retrospectiva 2015 & Perspectiva 2016**. <http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/capa/a-hortifruti-brasil-vai-para-a-rede-em-2016.aspx>. Acesso em: 06 dez. 2016.

BEVILACQUA, H. E. C.R. **Classificação das hortaliças e Cultivo de hortaliças em recipientes**. Cap. I, Cap. XV, São Paulo, 81, 09/05/2008. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/02manualhorta_1253891788.pdf >. Acesso em: 01 dez. 2016.

CARVALHO, C de. et al. **Anuário brasileiro de hortaliças 2013.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL) – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB**. Olericultura - Análise da Conjuntura Agropecuária.** Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2012_13.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2016.

DOKKO, R. K. LAMOSO, L. P. **Serviços de saúde privada na fronteira de Ponta Porã (Brasil) e Pedro Juan Caballero (Paraguai).** Ciência Geográfica - Bauru - XVIII - Vol. XVIII - (1): Janeiro/Dezembro – 2014. Disponível em: < http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXVIII_1/agb_xviii1_versao_internet/agb_15_jandez2014.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2016.

EMBRAPA; SEBRAE. **Catálogo brasileiro de hortaliças:** saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. Brasília, 2010.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa socia**l. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Censo brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BRASIL. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, 2016. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/671-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/doencas-cronicas-nao-transmissiveis/14125-vigilancia-das-doencas-cronicas-nao-transmissiveis>. Acesso em: 06 dez. 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – **OMS** <http://www.opas.org.br/wp-content/uploads/2015/09/d_cronic.pdf >. Acesso em: 06 dez. 2016.

PINHEIRO D. M., PORTO K. R. A., MENEZES M. E. S. **A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais.** Maceió/AL, 2005. Disponível em: <http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/A_Quimica_dos_Alimentos.pdf. >. Acesso em: 01 dez. 2016.

REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê vitaminas**. Ed. 29. 2014. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/378.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2016.

SANS, L. M.A. SANTANA, D. P. **Clima e Solo**. EMBRAPA, 2000. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27307/1/Clima-e-solo.pdf> Acesso em: 04 dez. 2016.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - **SEMADE**, 2015. Disponível em: <http://www.semade.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/Diagnostico_Socioeconomico_de_MS_20151.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AO MICRO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – **SEBRAE** – 2015. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/MS/Anexos/Mapa%20Oportunidades/Livreto_PONTA%20POR%C3%83.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2016.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, SENAR. **Hortaliças: cultivo de hortaliças raízes, tubérculos, rizomas e bulbos.** Brasília: SENAR, 2012.

CAPÍTULO 6

ASPECTOS CULTURAIS DA ÁRVORE-DA-FELICIDADE

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 17/12/2021

Lídia Ferreira Moraes
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0002-5340-3263

Ingred Dagmar Vieira Bezerra
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0001-7345-7296

Pedro do Carmo Barbosa Neto
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/ 0000-0003-2403-7484

Ramón Yuri Ferreira Pereira
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0001-7600-1868

Brenda Ellen Lima Rodrigues
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0001-7542-3030

Vanessa Brito Barroso
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0002-6675-5110

Maurivan Barbosa Pachêco
Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0002-6146-9932

Edson Dias de Oliveira Neto
Universidade Federal do Piauí
Teresina-PI
http://orcid.org/0000-0002-1855-762X

Amália Santos da Silva
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0002-2553-635X

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://orcid.org/0000-0002-8908-2297

RESUMO: O setor de flores e plantas ornamentais representa uma das principais atividades que geram empregos, maior rendimento em áreas pequenas, retorno econômico rápido aos produtores. A *Polyscias* spp. conhecida como árvore-da-felicidade é uma planta de meia sombra a pleno sol, é originaria da Polinésia,

Índia e Malásia, é um arbusto lenhoso, ereto e ramificado, cresce cerca de 1,5 a 2,5 m de altura, possuem folhagem decorativa. Esta planta além de bonita, pode ser utilizada como objeto de decoração devido suas exuberantes folhagens, que traz ao ambiente onde se encontra. Essa planta pode atingir até 5 metros de altura, e recomenda-se a rega de duas a três vezes durante a semana, pois não tolera solos enxarcados e caso o contrário pode causar o amarelecimento e até a queda das folhas. As cultivares de árvores-da-felicidade consistem basicamente em duas, denominadas popularmente em árvore-da-felicidade-macho (*Polyscias guilfoylei*) e árvore-da-felicidade-fêmea (*Polyscias fruticosa*). Para o cultivo da árvore-da-felicidade recomenda-se, diferentes tipos de substratos, nos quais precisam ser mantidos úmidos, porém sem encharcar e recomenda-se ao fazer o plantio utilizando como substrato uma mistura de solo, terra enriquecida com restos vegetais, areia e vermiculita. Em relação no que diz respeito aos agentes fitoquimicos presentes nesse genêro foram identificadas saponinas, que é o principal constituinte isolado dessa espécie.
PALAVRAS-CHAVE: *Polyscias* spp. Produção de Mudas. Plantas ornamentais.

CULTURAL ASPECTS OF THE HAPPINESS-TREE

ABSTRACT: The flowers and ornamental plants sector represents one of the main activities that generate jobs, greater income in small areas, quick economic return to producers. *Polyscias* spp. known as the tree-of-happiness is a plant of half shade to full sun, it originates from Polynesia, India and Malaysia, it is a woody shrub, erect and branched, it grows about 1,5 to 2,5 m in height decorative foliage. This plant, in addition to being beautiful, can be used as a decoration object due to its exuberant foliage, which it brings to the environment where it is found. This plant can reach up to 5 meters in height, and it is recommended to water it two to three times a week, as it does not tolerate watery soils and, otherwise, it can cause yellowing and even the fall of the leaves. The happiness-tree cultivars consist basically of two, popularly called male-felicity-tree (*Polyscias guilfoylei*) and female-felicity-tree (*Polyscias fruticosa*). For the cultivation of the happiness tree, different types of substrates are recommended, in which they need to be kept moist, but without soaking, and it is recommended when planting using a mixture of soil, soil enriched with plant residues as substrate, sand and vermiculite. Regarding the phytochemical agents present in this genus, saponins were identified, which is the main isolated constituent of this species.
KEYWORDS: *Polyscias* spp. Seedling production. Ornamental plants.

1 I INTRODUÇÃO

O setor de flores e plantas ornamentais representa uma das principais atividades que geram empregos, maior rendimento em áreas pequenas, retorno econômico rápido aos produtores e, incorporação importante sobre o trabalho no meio rural, proporcionam dessa

forma uma maior expansão das regiões produtoras (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). No Brasil, a produção de flores e plantas ornamentais é um mercado em constante crescimento, em que do ano de 2012 a 2017 representou um aumento de 52,1% (IBRAFLOR, 2018).

Na produção de plantas ornamentais do tipo arbustos, como a árvore-da-felicidade (*Polyscias* spp.) planta que pertencente à família Araliaceae recebe um destaque e um crescimento especial no mercado (SERPA et al., 2009). A maioria das plantas ornamentais se adaptam de forma plena em diversos espaços, sejam eles livres ou em recipientes decorativos, o que proporciona ao homem um contato maior com a natureza, principalmente com o uso de algumas espécies que podem ser cultivadas facilmente (SILVA, 2009).

A árvore-da-felicidade é um arbusto possuem folhas do tipo alternas, compostas ou simples, e podem ou não possuir estípula (SOUZA; LORENZI, 2012). Ainda não se têm muitos estudos relacionados a essa cultura, mesmo ela tendo um grande potencial ornamental, e ainda ser considerada por alguns como um símbolo de prosperidade por quem cultiva.

Vale ressaltar ainda, que para um bom cultivo faz-se necessário o uso de substratos de boa qualidade. Um bom substrato deve proporcionar para a planta uma boa qualidade e vigor às mudas favorecendo o seu desenvolvimento atendendo as características exigidas pelo mercado de plantas ornamentais (FERREIRA et al., 2019). Além de suprir as necessidades ditas como essenciais para o seu pleno desenvolvimento, sustentação, nutrientes, porosidade para o bom desenvolvimento de raízes, entre outros.

Com base nisso, faz-se necessário estudos acerca dessa cultura e buscando atender essa necessidade, o principal objetivo dessa revisão de literatura é buscar o máximo de informações acerca do tema para contribuir no aprendizado, sobre cultivo, substratos e suas exigências, além de conhecer seu histórico e sua classificação botânica que é de grande importância para o conhecimento dessa espécie.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição botânica

A *Polyscias* spp. conhecidas como árvore-da-felicidade é uma planta de meia sombra a pleno sol, é originaria da Polinésia, Índia e Malásia, é um arbusto lenhoso, ereto e ramificado, cresce cerca de 1,5 a 2,5m de altura, possuem folhagem decorativa (PONTO GARDEN, 2012).

São um gênero que contém cerca de 176 arbustos perenes e pequenas espécies de árvores, estas plantas apresentam folhagem atraentes dividida. Quanto a sua origem é de clima tropical na África, Ásia e no Pacifico é cultivada principalmente devido sua folhagem. Suas folhas são alternadas ou disposta espiral e se agrupam nas pontas dos ramos. Quanto as flores são pequenas e bem delicadas de coloração branca, produzem

pequenos frutos de coloração preto- purpura (CANDIDE, 2021).

As espécies mais conhecidas da árvore-da-felicidade são as *Polyscias guilfoylei* (macho) e *Polyscias fruticosa* (fêmea), ocorrem principalmente no sudeste asiático, são plantas bastante utilizada no paisagismo, principalmente nas regiões tropicais localizadas do globo. No Brasil são frequentemente encontradas nos interiores de casas, em apartamentos e escritórios comercias (OYAMA JUNIOR, 2019).

2.2 Importância econômica

De acordo com Clemente e Clemente (2014), a familia *Araliaceae* é muito rica em diversas clases de metabólitos secundários, como esteróis, lipideos acetilênicos como antidiabéticos, antiparasitário, antiinflamatórios e entre divesos outros componentes pertencentes ao sistema cardiovascular e nervoso.

A árvore da felicidade é muito conhecida no Brasil, sendo ela mais famosa em nosso país do que no exterior. Por ser uma planta que se adapta a diversos ambientes, ela também é de fácil cultivo (OYAMA JUNIOR, 2019).

Está planta além de bonita, pode ser utilizada como objeto de decoração devido suas exuberantes folhagens, que traz ao ambiente onde se encontra, tranquilidade aos que passam tornando essa planta atrativa e desejada por muitos.

Acredita-se, que a árvore da felicidade deve-se cultivar as duas próxima para produzir fruto, a *P. fruticosa* e *P. guilfoylei*. Apesar das mesmas apresentarem nomes parecidos, não se trata da mesma planta, pois são espécies diferentes assim não necessitando de uma da outra para se produzirem (SELVA, 2014).

2.3 Cultivo e cultivares

A árvore-da-felicidade (*Polyscias* spp.) possui um grande uso ornamental, a qual tem suas diferentes espécies popularmente chamadas de “macho” e “fêmea”, principalmente pelo fato de possuírem flores do tipo bissexuadas (SOUZA; LORENZI, 2012). Geralmente são cultivadas em vasos, isoladamente sob luz à meia-sombra ou em renques de muros e paredes. Não é tolerante a baixas temperaturas e pode ser podada para a definição de formas desejáveis (SILVA; LEMOS, 2002).

De acordo com Patro (2014) a árvore-da-felicidade é uma planta perene, e seu cultivo deve ser sob sol pleno, meia sombra ou luz difusa, é exigente em solo com boa capacidade de drenagem de água, e que possua bom teores de matéria orgânica. Ao plantar em vasos forrar sempre o fundo do vaso com pedras para ajudar na drenagem da água e garantir que o substrato possua uma retenção de umidade adequada para o cultivo. É importante ainda o uso de fertilizantes de acordo com a sua necessidade, recomenda-se fertilizantes líquidos.

Sombreamentos em até 80% esse tipo de planta consegue se desenvolver bem, entretanto em áreas com uma maior presença de luz a planta se apresenta de forma mais

viçosa. Alguns fatores como baixas temperaturas, salinidade, ou presença de ventos fortes podem ocasionar sérios problemas para a cultura. Sua forma de propagação consiste em divisões por estaquia dos ramos sadios, que podem ser obtidos durante as podas realizadas (PATRO, 2014).

Em concordância com Mattana et al. (2006) que níveis altos de irradiação, podem ocasionar prejuízos à cultura, como foto degradação do pigmento cromo e assim a diminuição da fotossíntese que consequentemente ocasiona diminuição da biomassa. O autor Thanusha et al. (2020) colabora em seus estudos que o gênero *Polyscias* spp. possui sensibilidade a maiores níveis de radiação, resultado semelhante ao de Popma e Bongers (1988).

De acordo com o site padrão de qualidade Veiling (2021), essa planta pode atingir até 5 metros de altura, e recomenda-se a rega de duas a três vezes durante a semana, pois não tolera solos enxarcados e caso o contrário pode causar o amarelecimento e até a queda das folhas, em relação a sua adubação recomenda-se uso de adubos orgânicos ou NPK 10-10-10.

As cultivares de árvores-da-felicidade consistem basicamente em duas, denominadas popularmente em árvore-da-felicidade-macho e árvore-da-felicidade-fêmea. Dias (2020) relata que se têm a crença que a árvore-da-felicidade traga boas energias e alegria, assim como prosperidade financeira para os ambientes em que é cultivada, trata-se de uma lenda japonesa onde acredita-se que para dar sorte, a árvore-da-felicidade deve ser recebida em forma de presente.

A árvore-da-felicidade-macho, *P. guilfoylei* e árvore-da-felicidade-fêmea *P. fruticosa*, possuem diferenças entre si mesmo sendo da mesma família, as folhas e o tronco da *P. fruticosa* são mais finos e delicados. Ao contrário das folhas da *P. guilfoylei* que são mais largas, lembrando as folhas do coentro. Muito cultivadas as duas versões juntas, sejam em vasos ou em canteiros (DIAS, 2020).

Patro (2014) relata que ao contrário do que vários cultivadores dessa planta dizem, a *P. guilfoylei* pode ser plantada sob sol pleno, desde que no ato da sua mudança de ambiente ela seja lenta e de forma gradual, evitando algumas injúrias como a queima das suas folhas, essa mudança gradual também deve ser feita em plantas cultivadas sob luz plena, nas quais precisam ser gradativamente sombreadas, com a mudança repentina de ambiente ela não consegue se adaptar rapidamente e pode correr o risco de perder todas as suas folhas, diminuindo a sua atividade fotossintética.

2.4 Substratos mais utilizados

Para obter-se mudas e plantas de boa qualidade, é necessário o uso de substratos que atendam a necessidade da plantas, sejam elas relacionadas as caracteristicas fisicas e quimicas do susbtrato utilizado. Nos dias atuais, a sociedade passou a desenvolver uma maior consciência ambiental têm buscado por alternativas mais sustentáveis e

economicamente viáveis, como o reaproveitamento de resíduos agroindustriais orgânicos como substratos para a produção de mudas, como exemplo o caule decomposto de babaçu, a palha de arroz carbonizada ou não, bagana de carnaúba entre diversos outros componentes (OLIVEIRA et al., 2019; PEREIRA et al., 2019; FERREIRA et al., 2020).

Para ser classificado como um bom substrato para produção e desenvolvimento de mudas ele deve apresentar características, como: fácil aquisição na região produtora, baixo custo, facilidade no transporte, ausência de patógenos, pragas e doenças além de riqueza de nutrientes (SILVA et al., 2001). Patro (2014) relata que para o cultivo da *Polyscias* spp. recomenda-se, diferentes tipos de substratos, nos quais precisam ser mantidos úmidos, porém sem encharcar e recomenda-se ao fazer o plantio utilizando como substrato uma mistura de solo, terra enriquecida com restos vegetais, areia e vermiculita.

Santos et al. (2020) relatam em seus estudos, intitulado Propagação por estaquia de *Polyscias guilfoylei* em substrato a base de caule decomposto de babaçu e casca de arroz carbonizada, que o uso dos substratos com 60% de caule decomposto de babaçu + 40% de casca de arroz carbonizada e 80% de caule decomposto de babaçu + 20% de casca de arroz carbonizada proporcionaram às plantas de *P. guilfoylei* um maior número de folhas.

Garreto et al. (2020) nos seus estudos sobre Produção de mudas de árvore-da-felicidade (*Polyscias* spp.) sob concentrações de caule decomposto de babaçu, obtiveram os maiores comprimentos radiculares com os substratos nos níveis de 20, 60, 80 e 100% CDB.

2.5 Aspectos biológicos e bioquimicos

De acordo com Ashmawy et al. (2020), o genêro *Polyscias* spp. é o que possui menos estudos no que diz respeito a análises fitoquimicas, biológicas e bioquimicos da familia *Araliaceae*. Vo et al. (1998) relatam ainda que esse genêro possui propriedades medicinais, no que diz repeito a atividades antiinflamatórias, terapêuticas, diuréticas, antitoxinas e antibacterianas. Nos estudos de Huan et al. (1997) é relatado pelos os autores, que em partes do continente Asiático, eram de costume utilizar-se as folhas de *Polyscias* spp. como tônicos, antiinflamatorios e outros fins medicinais, enquanto as suas raízes eram utilizadas como febrífigo, dores reumáticas, nevralgias e outras propriedades mutios importante para a medicina.

Quattroocchi (2012) descreve que a *P. fruticosa* possui propriedades estimulantes e eméticas, enquanto a *P. guilofoylei* no uso de suas folhas ocasionou dermatites em uso tradicionais dessa espécie. Em relação no que diz respeito aos agentes fitoquimicos presentes nesse genêro, foram identificadas saponinas, que de acordo com o Ashmawy et al. (2020) é o principal constituinte isolado dessa espécie, além de esteróis, composto fenólicos, oleos essencias, lignanos e entre outros componentes importantes.

3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecendo um pouco sobre alguns aspectos, cultivo e o potencial ornamental e potencial medicinal que a *Polyscias* spp. possui, é importante realizar mais trabalhos sobre a mesma, afim de conhecer e estudar as suas exigências e aprimorações da cultura. É uma espécie de grande importância lucrativa, principalmente por ser facilmente propagada, e também por todo o seu histórico de crenças e costumes, além dos seus benefícios em relação a saúde humana, e ainda é pouco explorada, vale ainda ressaltar que a mesma possui potencial para ser cultivada em grandes escalas, para os mais diversos fins. No entanto, faz-se importante buscar cada vez mais conhecimentos acerca dessa cultura.

REFERÊNCIAS

ASHMAWY, N. S.; GAD, H. A.; ASHOUR, M. L.; EL-AHMADY, S. H., & SINGAB, A. N. B. The genus *Polyscias* (Araliaceae): **A phytochemical and biological review**. Journal of Herbal Medicine, Egito, vol. 23 p. 100377. 2020.

CANDIDE. ***Polyscias* spp**. Disponível em:<https://candidegardening.com/GB/plants/99613bd8-6f06-4ddb-ba30-6cb384c3c9d1>. Acesso em 10 abr. 2021.

CLEMENT, J. A.; CLEMENT, E.S. **The medicinal chemistry of genus *Aralia***. Ed. 24 Current Topics in Medicinal Chemistry. 2014. vol. 14, p. 2783–2801.

DIAS, N. **Descubra como cuidar da árvore-da-felicidade**. Tua casa, 2020. Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/arvore-da-felicidade/>. Acesso em: 01 abr. 2021.

FERREIRA, M.V. N. **Resíduo de café e casca de ovo na produção de mudas de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)**. 2020. p. 23. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Universidade Federal do Maranhão, 2020.

FERREIRA, R. L. F., ARAÚJO, L. S., ARAÚJO-NETO, E., SANTOS, D. C. **Crescimento e qualidade de mudas de cubiuzeiro (*Solanum sessiliflorum Dunal*) com uso de substratos em rio branco, Acre**. Scientia Naturalis, Rio Branco, v. 1, n. 5, p. 13-22. 2019.

GARRETO, V. C.; SILVA, A. S. da; ARAÚJO, M. B. F.; SANTOS, L. R. dos; ANDRADE, H. A. F. de; OLIVEIRA, A. R. F.; SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Production of happy tree seedlings (*Polyscias* spp.) under concentrations of decomposed babassu stem**. Research, Society and Development. Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 7, p. 12, 2020.

HUAN, V. D.; YAMAMURA, S.; OHTANI, K.; KASAI, R.; YAMASAKI, K.; NHAM, N. T., & CHAU, H. M. **Oleanane saponins from *Polyscias fruticosa***. *Phytochemistry*, Elsevier. v. 47, n. 3, p. 451-457. 1997.

IBRAFLOR. (2018). **Informativo IBRAFLOR**. Disponível em:<https://www.ibraflor.com.br.>. Acesso em: 01 abr. 2021.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 20, n .2, p. 115-120, 2014.

JUNIOR, S. O. **Árvore da Felicidade. Orquídeas no Apê.** Disponível em:<https://www.orquideasnoape.com.br/2019/04/arvore-de-felicidade.html>. Acesso 10 abr. 2021.

MATTANA, R. S.; MING, L. C.; MARCHESE, J. A.; MARQUES, M. O. M**. Biomass production in plants of *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. submitted to different shade levels**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais. Botucatu- SP, v. 8, p. 83-85. 2006.

OLIVEIRA, P. S. T., CARNEIRO, C. A. M., PEREIRA R. Y. F., ANDRADE, H. A. F., SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Produção de mudas de açaizeiro em substratos a base de caule decomposto de babaçu**. Agrarian Academy, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 272. 2019.

PATRO, R. **Árvore-da-felicidade-macho – *Polyscias guilfoylei***. Jardineiro.net, 2014. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/arvore-da-felicidade-macho-polyscias-guilfoylei.html>. Acesso em: 12 abr. 2021.

PONTO GARDEN. **Árvore-da-felicidade**. Garden center. Disponível em:<http://www.gardencultural.com.br/index.php?arvore-da-felicidade>. Acesso 11.abr. 2021.

POPMA, J.; BONGERS, F. **The effect of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species**. Oecologia. v. 75, n. 4, p. 625-632. 1988.

PEREIRA, R. Y. F.; MORAIS, S. F.; OLIVEIRA, P. S. T.; NUNES, R. L. S.; SANTANA, M. S., ALBANO, F. G.; SILVA-MATOS, R. R. S. da. **Substratos alternativos para produção de mudas de maracujazeiro em Chapadinha-MA**. Tecnologia de produção em fruticultura. Ponta Grossa, Editora Atena, v. ,p. 48-59, 2019.

PLANTA ORNAMENTAL: ***Polyscias fruticosa.*** Veiling Holambra Flores e Plantas Ornamentais. Disponível em: <http://www.veiling.com.br/produtos/3812-arvore-da-felicidade>. Acesso em: 10 abr. 2021.

QUATTROCCHI, U. **CRC world dictionary of medicinal and poisonous plants: common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology**. CRC press, ed. 1, vol 5. p. 3979. 2012.

SANTOS, R. J. N. D.; PEREIRA, R. Y. F.; SOUSA, L. A. M. D.; SILVA, B.; ARAUJO, M. B. F.; REIS, I. D. S.; MATOS, S. D. S.; AMORIM, F. F. V. R. D.; SILVA-MATOS, R. R. S. **Propagação por estaquia de *Polyscias guilfoylei* em substrato a base de caule decomposto de babaçu e casca de arroz carbonizada**. Research, Society and Development. v. 9, n.9. p. 14, 2020.

SELVA. **Árvore-da-felicidade / *Polyscias fruticosa* e *Polyscias guilfoylei***. (2014). Disponível em: <https://selvvva.com/arvore-da-felicidade/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SERPA, D. S.; MORAIS, N. A.; MOURA, T. M. **Arborização urbana em três municípios do sul do estado de Goiás: Morrinhos, Goiatuba e Caldas Novas**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.3, p. 98-112, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias das Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3. ed. p. 768. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2012.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R..; JUNQUEIRA, N. T. V. **Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis Sims flavicarp*a DEG)**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 377-381. 2001.

SILVA, D. B. D.; LEMOS, B. D. S. **Plantas da área verde da Super Quadra Norte 416** - Brasília, DF. ed 21. 147 p. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.

SILVA, L. C. **Plantas ornamentais tóxicas presentes no shopping Riverside Walk em Teresina-PI**. Revista da sociedade brasileira de arborização urbana, v. 4, n. 3, p. 64-85, 2009. Disponível em: <www.revsbau.esalq.usp.br/artigos-cientificos/artigo84.pdf.> Acesso em: 19 abr. 2020.

THANUSHA, R.; SRIKRISHNAH, S.; SUTHARSAN, S. **Growth and quality Reponses of *Polycias* (*Polyscias balfouriana* L. var. 'Marginata') to different levels of shade**. International Journal of Botany Studies. Growth, v. 5, n. 1, p. 12-15, 2020.

VO. H. D.; YAMAMURA, S.; OHTANI, K.; KASAI, R.; YAMASAKI, K.; NHAM, N. T., & CHAU, H. M. **Oleanane saponins from *Polyscias fruticosa***. Phytochemistry, **Elsevier**. v. 47, n. 3, p. 451-457. 1998.

CAPÍTULO 7

APLICAÇÃO DA FARINHA PROVENIENTE DO FRUTO DA PALMEIRA *Aiphanes aculeata* NO DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO ALIMENTÍCIO

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 19/10/2021

Laiza Bergamasco Beltran
Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/5826892663656572

Ana Clara Souza
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/2900814712529071

Caroline Eli Pulzatto Meloni
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/5916493309520961

Luís Fernando Cusioli
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/5821253375323957

Anna Carla Ribeiro
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia celular
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/4460909960005208

Quelen Leticia Shimabuku Biadola
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/6684113960760964

Rosângela Bergamasco
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/2031806059477046

Angélica Marquetotti Salcedo Vieira
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos
Maringá – Paraná
http://lattes.cnpq.br/8930542097391008

RESUMO: O Brasil apresenta enorme variedade de plantas em sua flora, as palmeiras se destacam por sua ampla diversidade de frutos. A *Aiphanes aculeata,* é uma palmeira pertencente à família Arecaceae, apresentando frutos de epicarpo vermelho e endocarpo alaranjado, devido a sua coloração acredita-se na presença de antocianinas e carotenoides em sua composição, substancias com potencial antioxidante, benéfico a saúde. A crescente procura por produtos alimentícios mais saudáveis e isentos de certos componentes como glúten e lactose, torna a farinha dos frutos da *Aiphanes aculeata* uma matéria prima com potencial para o desenvolvimento de um produto para os grupos citado acima. O objetivo deste trabalho foi estudar a as propriedades tecnológicas da farinha proveniente do fruto da *Aiphanes aculeata,* assim como sua aplicação em diferentes concentrações no desenvolvimento de um novo produto alimentício. Os resultados apontaram que a farinha dos frutos possui alta capacidade de absorção em água (4,85 ± 0,41 $g.g^{-1}$), solubilidade em água (28,57 ± 1,40%) e de absorção de óleo (2,68 ± 0,18 $g.g^{-1}$), além de

alto valor de volume de intumescimento (3,90 ± 0,96 m^3/Kg) e um rendimento de 19,65%, a farinha apresentou potencial tóxico praticamente nulo para as células. Contatou-se que a farinha apresenta boas condições para o desenvolvimento de biscoitos, tipo cookie, assim, foram elaboradas cinco formulações de biscoito com diferentes concentrações da farinha da *Aiphanes aculeata* e com o uso de farinhas de beterraba e grão de bico, com o intuito de enriquecer ainda mais o potencial de mercado do produto.
PALAVRAS-CHAVE: *Aiphanes aculeata*, produtos sem glúten e lactose, farinhas naturais, propriedades tecnológicas.

APPLICATION OF THE FLOUR FROM THE FRUIT OF THE *Aiphanes aculeata* PALM TREE IN THE DEVELOPMENT OF A NEW FOOD PRODUCT

ABSTRACT: Brazil has a huge variety of plants in its flora, palm trees stand out for their wide variety of fruits. *Aiphanes aculeata* is a palm tree belonging to the Arecaceae family, presenting fruits with red epicarp and orange endocarp. Due to its color, it is believed in the presence of anthocyanins and carotenoids in its composition, substances with antioxidant potential, beneficial to health. The growing demand for healthier food products, free of certain components such as gluten and lactose, makes *Aiphanes aculeata's* fruit flour a raw material with potential for the development of a product for the groups mentioned above. The objective of this work was to study the technological properties of flour from the fruit of *Aiphanes aculeata*, as well as its application at different concentrations in the development of a new food product. The results showed that the fruit flour has high water absorption capacity (4.85 ± 0.41 g. g^{-1}), water solubility (28.57 ± 1.40%) and oil absorption capacity (2.68 ± 0.18 g. g^{-1}), in addition to a high swelling volume value (3.90 ± 0.96 m^3/Kg) and a yield of 19.65%, the flour had practically no toxic potential for the cells. It was found that the flour has good conditions for the development of biscuits, cookie type, thus, five biscuit formulations were prepared with different concentrations of *Aiphanes aculeata* flour and with the use of beetroot and chickpea flours, with the purpose to further enrich the market potential of the product.
KEYWORDS: *Aiphanes aculeata*, gluten and lactose free products, natural flours, technological properties.

1 | INTRODUÇÃO

Considerado um dos maiores detentores da biodiversidade do planeta, o Brasil apresenta em conhecimento cerca de 50 mil espécies em sua flora, entre espécies nativas, cultivada e naturalizadas (FLORA DO BRASIL, 2020). Dentre tamanha variedade, as palmeiras se destacam pela ampla diversidade de frutos e distribuição no território, tendo importância nas áreas alimentar, medicinal, econômica e sociocultural. Visto que tais frutos possuem aromas e sabores característicos, compostos bioativos e alto valor nutricional (CAMPOS et al., 2019).

A *Aiphanes aculeata,* popularmente conhecida como Cariota-de-espinho é uma palmeira nativa ornamental pertencente à família Arecaceae. Suas folhas são pinadas, o caule possui espinhos negros e seus frutos possuem epicarpo vermelho e endocarpo

alaranjado (NILE; PARK, 2014). Devido sua coloração, acredita-se que o fruto da *Aiphanes aculeata* contém em sua composição quantidades significativas de pigmentos naturais como antocianinas e carotenoides, sendo responsáveis por sua atividade antioxidante (BELTRAN et al., 2021). Alimentos que possuem esses nutrientes em sua composição são atribuídos a efeitos benéficos à saúde humana, isto em decorrência de sua capacidade de reagir com os radicais livres, agindo contra o estresse oxidativo, podendo-se listar como alguns dos benefícios, a prevenção de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, e também, efeitos anti-inflamatórios, antimicrobianos e anticarcinogênicas (HABIBI; RAMEZANIAN, 2017).

A busca por alimentos saudáveis e livres de certos componentes, como os produtos isentos de glúten e lactose está cada vez maior. Fator que contribui para o desenvolvimento de produtos que atendem tais demandas. Conforme pesquisas de mercado desenvolvidas pela empresa Nielsen Media Research, (2016), aproximadamente 48% da população brasileira relata possuir alguma condição de intolerância ou alergia alimentar. Entre as pessoas que fazem parte desta porcentagem, somente 37% revelam ter suas necessidades alimentares atendidas, ao mesmo tempo 66% delas estariam dispostas a investir mais para obter alimentos convenientes a sua dieta.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta doenças cardiovasculares, como o acidente vascular cerebral e a endocardite como a principal causa de morte no mundo. No Brasil, no ano de 2019 mais de 289 mil pessoas morreram em decorrência dessas patologias, de acordo com a plataforma Cardiômetro, da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) (BOND, 2019). Portanto, os dados apontam que além das restrições alimentares e alergias o aumento de patologias devido à má alimentação vem crescendo cada vez mais devido a obesidade, sedentarismo, hipertensão, diabetes e colesterol. Quando o indivíduo que apresenta essas patologias não muda seus hábitos para um estilo de vida mais saudável, gera o estresse oxidativo causando problemas nos vasos e artérias. Sendo, assim alimentos que contenham atividade antioxidante são essenciais para aqueles que se enquadram no quadro apresentado e buscam melhorar sua qualidade de vida (MORZELLE et al., 2015).

O fruto da *Aiphanes aculeata* apresenta alto potencial de se tornar matéria prima para o desenvolvimento de um produto para os grupos citados acima. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar as propriedades tecnológicas da farinha proveniente do fruto da Palmeira Cariota de Espinho (*Aiphanes aculeata),* assim como sua aplicação em diferentes concentrações no desenvolvimento de um novo produto alimentício.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção da farinha do fruto da Palmeira Cariota de Espinho (*Aiphanes aculeata*)

Os frutos foram obtidos na Universidade Estadual de Maringá – UEM/PR (-23.4051563, -51.93876817195696). Após a higienização, realizou-se o despolpamento e homogeneização da amostra em liquidificador (Britânia 700W), obtendo-se uma polpa uniforme e seca em estufa com circulação de ar (Sterilifer), numa temperatura de 60 ˚C por aproximadamente 24 horas. Em seguida o material foi triturado em triturador de grãos elétrico (Cadence) e peneirado em peneira de 60 mesh para a obtenção da farinha (Figura 1) (FERREIRA; PENA, 2003).



Figura 1. Farinha da polpa da *Aiphanes aculeata*

2.2 Propriedades tecnológicas do fruto da *Aiphanes aculeata*

2.2.1 Índice de absorção de água (IAA)

Para determinar o índice de absorção de água (IAA) foi utilizada a metodologia proposta por Guillon e Champ (2000). Pesou-se amostras de um grama da farinha e estas foram suspensas em 25 mL de água destilada a 30 °C, em tubos de centrifuga, previamente pesados, submetidos à agitação por 30 minutos e posteriormente centrifugados a 2500 rpm por um período de 10 minutos. O IAA é expresso em gramas de água por gramas de matéria seca, obtido pela Equação 1.

$$IAA = \frac{massa\ da\ fibra\ hidratada}{massa\ da\ fibra\ desidratada} \quad (1)$$

2.2.2 Índice de solubilidade em água (ISA)

O índice de solubilidade em água é calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, analisados na determinação do Índice de Absorção de Água (IAA), conforme a Equação 2 (ROBERTSON et al., 2000).

$$ISA = \frac{massa\ do\ sólido\ desidratado}{massa\ da\ fibra} \times 100 \quad (2)$$

2.2.3 Índice de absorção em óleo (IAO)

Para o índice de absorção em óleo (IAO), pesou-se as amostras contendo um grama de farinha e estas foram suspensas em 25 mL de óleo de canola a 25 °C, segundo a metodologia proposta por Souza (2003) e Matsuura (2005). A mistura foi colocada em tubos de centrifuga, previamente pesados com agitação permanente durante 30 minutos e centrifugados a 2500 rpm por um período de 10 minutos. O IAO é expresso em gramas de óleo por grama de matéria seca, obtido pela Equação 3.

$$IAO = \frac{massa\ do\ resíduo\ insolúvel}{massa\ da\ fibra\ desidratada} \quad (3)$$

2.2.4 Determinação do volume de intumescimento (VI)

Para determinação do volume de intumescimento (VI) foi utilizada uma proveta graduada contendo um grama da amostra e adicionou-se água destilada em excesso. A suspensão foi agitada por 30 minutos para atingir uma completa hidratação da amostra, ficando posteriormente em repouso por 15 horas. O volume ocupado pela amostra na proveta, ao final do intumescimento é denominado VI e é expresso em mililitro por grama de matéria seca, calculado pela Equação 4 (SANGNARK; NOOMHORM 2003).

$$VI = Volume\ final\ da\ amotra - volume\ inicial\ da\ amostra \quad (4)$$

2.3 Rendimento

O rendimento da farinha obtida foi determinado de acordo com a equação descrita por Santos et al., (2010):

$$R\ (\%) = \frac{F}{P} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

R = Rendimento (%);

F = Quantidade de farinha obtida;

P = Quantidade de polpa do fruto utilizada.

2.4 Desenvolvimento do produto

Foram desenvolvidas 5 formulações de biscoitos tipo cookie utilizando a farinha da *Aiphanes aculeata* em diferentes concentrações, como também as farinhas de beterraba e grão de bico, com o intuito de enriquecer o produto, conforme apresentado na Tabela 1. Após homogeneizados os ingredientes, foram modeladas esferas de aproximadamente 30 gramas da massa e levadas ao forno pré-aquecido, em temperatura de 180 °C por 10 minutos.

Ingredientes (g)	FP	F1	F2	F3	F4
Farinha da Aiphanes aculeata	38	28	19	28	19
Farinha de beterraba	0	10	19	0	0
Farinha de grão de bico	0	0	0	10	19
Açúcar	25	25	25	25	25
Açúcar mascavo	19	19	19	19	19
Ovo	20	20	20	20	20
Óleo de soja	5	5	5	5	5
Essência de baunilha	1	1	1	1	1
Bicarbonato	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

FP: formulação padrão; F1: formulação com adição de 25% de farinha de beterraba; F2: formulação com adição de 50% de farinha de beterraba; F3: formulação com adição de 25% de farinha de grão de bico; F4: formulação com adição de 50% de farinha de grão de bico.

Tabela 1. Formulações dos biscoitos tipo cookie elaborados com diferentes concentrações da farinha da *Aiphanes aculeata* e com o uso de farinhas de beterraba e grão de bico.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 estão descritos os resultados obtidos para as análises de capacidade higroscópica da farinha do fruto da *Aiphanes aculeata*, sendo estas: Índice de absorção de água (IAA); Índice de solubilidade em água (ISA); Índice de absorção de óleo (IAO); Volume de intumescimento (VI). Todas as analises foram efetuadas em triplicata.

Análises	Farinha da *Aiphanes aculeata*
Índice de Absorção de Água (IAA) (g.g-1)	4,85 ± 0,41
Índice de Solubilidade em Água (ISA) (%)	28,57 ± 1,40
Índice de Absorção de Óleo (IAO) (g.g-1)	2,68 ± 0,18
Volume de Intumescimento (VI) (m3/Kg)	3,90 ± 0,96

Tabela 2 – Propriedades tecnológicas da farinha dos frutos da *Aiphanes aculeata.* Índice de absorção de água (IAA); Índice de solubilidade de água (ISA); Índice de absorção de óleo (IAO) e Volume de Intumescimento (VI).

Valor médio ± desvio padrão (n = 3).

O índice de absorção de água obtido foi de 4,85 ± 0,41 $g.g^{-1}$, resultado superior ao

encontrado por Ribeiro, (2014) para as farinhas de trigo (2,22 ± 0,10 $g.g^{-1}$) e soja (3,82 ± 0,39 $g.g^{-1}$), farinhas estas, comumente utilizadas na produção de produtos panificados. O índice de absorção de água contribui melhorando a textura e o rendimento de alimentos que carecem de hidratação e retenção de umidade (PORTE et al., 2011). Segundo Carvalho et al., (2002) esta condição se relaciona a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) se ligarem á moléculas de H_2O, indicando a capacidade de absorção da água pelos grânulos de amido presente na amostra quando gelatinizados, mesmo após sua exposição a água em excesso e pelo uso de uma força de pressão ou centrifugação. Desta forma, a farinha da polpa dos frutos da *Aiphanes aculeata* representam uma boa alternativa na produção de produtos do setor de panificação, como por exemplo, biscoitos.

A farinha apresentou um teor de solubilidade em água de 28,57 ± 1,40%, valor próximo ao encontrado por Pires et al., (2017) para a farinha de banana nanica (25,20 ± 0,16). Esta propriedade está relacionada não só com o amido presente na amostra, mas também com a interação com as proteínas e as alterações estruturais destas após a gelatinização, assim como, com a quantidade de moléculas solúveis em água presentes na farinha (MOURA, et al., 2011; FERREIRA et al., 2015). Farinhas que apresentam alto índice de solubilidade em água, podem ser empregadas na produção de produtos alimentícios que demandam baixa temperatura de preparo, pois estas auxiliam na homogeneização dos demais ingredientes empregados no preparo (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017).

A farinha apresentou índice de absorção de óleo (IAO) de 2,68 ± 0,18 $g.g^{-1}$, valor próximo ao encontrado por Catarino, (2016) para a farinha da casca de maracujá (2,58 ± 0,03 $g.g^{-1}$). Esta propriedade está relacionada, a quantidade e qualidade de grupos hidrofóbicos expostos das proteínas, e a interação destes com as cadeias hidrofóbicas da gordura, sendo responsáveis pela capacidade de absorção de óleo dos alimentos (RAVI; SUSELAMMA, 2005). Produtos com altos índices de absorção em óleo, como é o caso da farinha dos frutos da *Aiphanes aculeata,* apresentam a capacidade de melhorar a palatabilidade dos alimentos, conferindo a eles consistência, adesão e viscosidade adequadas, além de melhorar a qualidade da textura (RODRIGUEZ-AMBRIZ et al., 2005).

Em relação ao volume de intumescimento, obteve-se um valor igual a 3,90 ± 0,96 m^3/Kg, resultado próximo ao obtido por Ribeiro, (2014) para as farinhas de trigo (3,14 ± 0,34 m^3/Kg) e quinoa (2,55 ± 0,34 m^3/Kg). Esta propriedade reflete na capacidade de a farinha expandir, tendo importância quando utilizado farinhas substitutas da farinha de trigo, pois pode alterar as características sensoriais e nutritivas, assim como, no modo de preparo, processamento e armazenagem dos produtos (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

O rendimento foi obtido pela relação entre à quantidade de polpa utilizada e total de farinha produzida. Tendo sido utilizado 1072,1 gramas de polpa, aproximadamente 350 frutos, após secagem e processamento desta, obteve-se 210,7 gramas de farinha, isto representa um rendimento de 19,65%. Este resultado se assemelha ao encontrado por Nascimento et al., (2011) para farinhas obtidas a partir da casca de banana prata (19,62%)

e caturra (19,31%). A farinha da polpa da *Aiphanes aculeata* apresentou ainda, rendimento superior ao encontrado por Souza; Vieira, (2020) para a farinha de Jenipapo (15%) e por Rybka, et al., (2018) para a farinha da casca de manga (15,72%).

A partir dos resultados obtidos para as analises hidroscópicas da farinha, contatou-se que esta apresenta boas condições para o desenvolvimento de biscoitos, tipo cookie. Desta forma, foram elaboradas cinco formulações, sendo que na formulação padrão foi utilizado apenas a farinha do fruto da *Aiphanes aculeata* e nas outras formulações foi adicionado diferentes concentrações das farinhas de beterraba e grão de bico, representados na Figura 3.

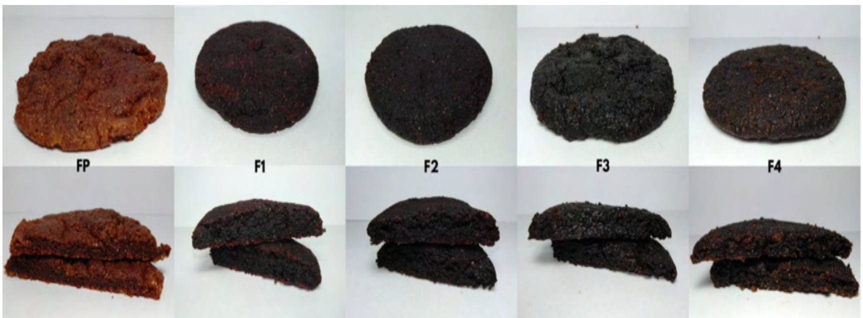


Figura 3. Biscoitos tipo cookie produzidos a partir da farinha da *Aiphanes aculeata* em diferentes concentrações e com o uso de farinhas de beterraba e grão de bico. FP: formulação padrão; F1: formulação com adição de 25 % de farinha de beterraba; F2: formulação com adição de 50 % de farinha de beterraba; F3: formulação com adição de 25 % de farinha de grão de bico; F4: formulação com adição de 50 % de farinha de grão de bico.

A farinha de beterraba, além de apresentar boas condições para sua aplicação em produtos, apresenta também bons valores nutricionais, como o apresentado por Crocetti et al., (2016) para a farinha de beterraba feita em estufa, tendo sido obtido altos valores de proteína (16,92%) e fibra (14,80%) e baixo valor de lipídeos (0,36%).

Assim como a farinha de beterraba, a farinha de grão de bico se mostra uma excelente farinha para uso na aplicação de produtos alimentícios. De acordo com a análise feita por Schubert, (2017) esta farinha contém alto valor proteico (24,48%) e lipídico (6,92%). Conforme resultados obtidos por Simoni, (2017) em estudo sobre a composição desta mesma farinha, constata-se que ela possui considerável valor de fibras (3,49%). Em pesquisa sobre as propriedades tecnológicas, Fernandes, (2019) relatou os altos índices de absorção de água (2,40%) e absorção de óleo (1,37%) que ela possui.

É possível notar que os biscoitos formulados com adição de farinha de beterraba apresentaram pequenos pigmentos vermelhos, e também, se mostraram mais consistentes que a formulação padrão, isto se deve as propriedades tecnológicas da farinha de beterraba. Quanto a cor e textura, a formulação que mais se aproximou do padrão dentre as variações da farinha (25% e 50%) foi a F1.

Já os biscoitos formulados com a farinha de grão de bico mostraram-se mais úmidos. Isto coincide com os dados levantados pelos pesquisadores da farinha de grão de bico, como citado anteriormente. Isto é, os biscoitos têm textura mais úmida pois a farinha tem alto teor de lipídeos e de absorção de água e óleo. Em relação a coloração dos biscoitos, chegou-se aos seguintes resultados: biscoitos com cor mais intensa que o padrão e pequenos pigmentos amarelos. A formulação F4 foi a que mais se aproximou da formulação padrão, em relação a sua textura e cor.

O desenvolvimento de biscoito tipo cookie com substituição de farinha de trigo por farinha dos frutos da *Aiphanes aculeata* se mostrou grande alternativa em potencial de alimento sem glúten e lactose, visto a crescente procura por produtos dessa categoria no mercado, e também, devido ao uso de outras farinhas de alto valor nutritivo que enriqueceram ainda mais o produto.

4 | CONCLUSÃO

Através das análises realizadas e das pesquisas bibliográficas, pode-se concluir que a farinha dos frutos da *Aiphanes aculeata* apresenta ótima capacidade hidroscópica, fazendo dela uma excelente opção para o preparo de alimentos panificados, como biscoitos do tipo cookie. Foi possível concluir também, a formulação de tal produto utilizando a farinha em diferentes concentrações e com o uso de outras farinhas, com o intuito de enriquecer ainda mais seu potencial de mercado.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesse.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à CAPES (Financing Code 001) e CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, L. B. et al. **Avaliação da capacidade antioxidante e propriedades tecnológicas da farinha do fruto da Palmeira Aiphanes Aculeata / Evaluation of antioxidant capacity and technological properties of fruit flour of Palm Aiphanes Aculeata.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 36868–36884, 2021.

BOND. L. **Mais de 289 mil pessoas morreram de doenças cardiovasculares em 2019.** Agência Brasil, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-09/mais-de-289-mil-pessoas-morreram-de-doencas-cardiovasculares-em-2019>. Acesso em: 30 set. 2020.

CAMPOS, J. L. A., DE LIMA ARAÚJO E.; GAOUE, O. G.; ALBUQUERQUE, U. P. **Socioeconomic**

factors and vultural changes explain the knowledge and use of ouricuri palm (Syagrus coronata) by the Fulni–ô Indigenous people of northeast Brazil. Economic Botany, v. 73, n. 2, p. 187–199, 2019.

CROCETTI, A.; OGLEARI, C.H.; GOMES, G.; SARE, I.; CAMPOS, F.R.; BALBI, M.E. **Determinação da composição centesimal a partir de dois métodos de secagem para a produção da farinha de beterraba (Beta vulgaris, L. - família amaranthaceae).** Visão Acadêmica, v.17, n.4, 2016.

CARVALHO, R. V.; ASCHERI, J. L. R.; CAL-VIDAL, J. **Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, 2002.

CATARINO, R. P. F. **Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos**. 2016. 49. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 12 out. 2021.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S., **Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (Bactris gasipaes).** Ciênc. Tecnol. Aliment**.** Campinas, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2003.

FERREIRA, M. S. L., SANTOS, M. C. P., MORO, T. M. A., BASTO, G. J., ANDRADE, R. M. S., GONÇALVES, É. C. B. A. **Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour**. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n.2, p.822-830, 2015.

FERNANDES, T. AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DA FARINHA DE GRÃO DE BICO BRS CRISTALINO (cicer arietinum). 2019. 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Instituto Federal Goiano, Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/852. Acesso em: 27 set. 2021.

GUILLON, F.; CHAMP, M. **Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology**. Food Research International, v.33, p.233-245, 2000.

HABIBI, F.; RAMEZANIAN, A. **Vacuum infiltration of putrescine enhances bioactive compounds and maintains quality of blood orange during cold storage**. Food Chemistry, v. 227, p. 1-8, 2017.

LORENZI, H. J.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Arecaceae' (palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2010.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e seu aproveitamento em barra de cereais.** 138p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. **Universidade Estadual de Campinas,** Campinas, 2005.

MORZELLE, M. C. et al., **Caracterização química e física de frutos de curriola, gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96–103, 2015.

MOURA, L. S. M.; ASCHERI, J. L. R.; SILVA, C. C. O.; MORO, T. M. A.; CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R. **Propriedades de absorção e solubilização de extrudados de farinha mista de feijão, milho e arroz biofortificados.** In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO. 4., 2011. Teresina. **Anais...** Teresina: BioFort, 2011.

NASCIMENTO, L. C. V.; PACIULLI, S. O. D.; FERREIRA DE PAULA, A. C. (2011). **Processamento, avaliação da cor e rendimento da farinha de banana verde**. Anais da IV Semana de Ciência e Tecnologia, IV Jornada Científica, Bambuí, IFMG, 4.

NIELSEN, E. **O que há na comida e na mente**, setembro 2016. Disponível em:< https://www.nielsen.com/wpcontent/uploads/sites/3/2019/04/EstudoGlobal_NossaComidaEMente.pdf>. Acesso em 17 set. 2020.

NILE, S.H.; PARK, W. **Edible berries: Bioactive components and their effect on human health**. Nutrition, 30, 134-144, 2014.

PORTE, A., SILVA, E. F., ALMEIDA, V. D. S. SILVA, T. X., PORTE, L. H. M. **Technological functional properties of papaya (Carica papaya) and pumpkins (Cucurbita sp) seed flours**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.

PIRES, F. C. S et al., **Obtenção, caracterização e utilização de farinha de banana nanica (musa sp.) semi-madura na produção de um produto de base láctea.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 19, n. 1, p. 61-72, 2017.

RAVI, R.; SUSELAMMA, N. S. **Simultaneous optimization of a multi-response system by desirability function analysis of boondi making: a case study**. Journal of Food Science, v. 70, n. 8, p. S539-S547, 2005.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. et al. **Composition and functional properties of Lupinus campestris protein isolates.** Plant Foods for Human Nutrition, v. 60, n. 3, p. 99–107, 2005.

RIBEIRO, G. P. **Elaboração e caracterização de farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em biscoitos doce sabor coco**. 2014. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

RYBKA, A. C. P. et al., Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v.15, n.27, p. 12, 2018.

ROBERTSON, J.A. et al., **Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study.** Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, v.33, p.72-79, 2000.

SANGNARK, A.; NOOMHORM, A. Effect of particles size on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry** v.80, p.221-229, 2003.

SANTOS, J.C.; SILVA G.F.; SANTOS. J.A.P.; JÚNIOR A.M.O. **Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde**. Exacta, São Paulo, SP, v.8, n.2, p. 219-224, 2010.

SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEA, M. B. **Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.

SEIBEL, N.F.; BELÉIA, A.P. C**aracterísticas químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas.** Brazilian Journal of Food Technology. Campinas-SP, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

SOUZA, F. P; VIEIRA K. P. M. **Desenvolvimento e caracterização de farinha obtida a partir da casca de jenipapo.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial (RBTA). v. 15, n. 2, 2021.

SCHUBERT, S. **Utilização de farinha de grão de bico para a formulação de pão sem glúten.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

SIMONI, R. C; **Hidratação de grão-de-bico (cicer arietinum l.): estudo cinético e influência na qualidade tecnológica do grão**. 2017. 134p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

ZAMBRANA, N.Y.P.; BYG, A.; SVENNING, C.C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C.; BALSLEY, H. **Diversity of palm uses in the western Amazon**. Biodiversity and Conservation v.16, p.2771-2787, 2007.

CAPÍTULO 8

PROPAGAÇÃO ASSEXUADA POR ESTAQUIA DE PLANTAS JOVENS DE *Ficus adhatodifolia* SCHOTT EX SPRENG. (MORACEAE) EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESTACAS E DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 06/10/2021

Marilza Machado
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, MG
http://lattes.cnpq.br/4825100094512089

Nathalya Machado de Souza
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)
Tangará da Serra, MT
http://lattes.cnpq.br/4463442481014610

Gabriela Granghelli Gonçalves
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Botucatu, SP
http://lattes.cnpq.br/3354124409311518

Diones Krinski
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)
Tangará da Serra, MT
http://lattes.cnpq.br/9473229586446780

Marlon Jocimar Rodrigues da Silva
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Botucatu, SP
http://lattes.cnpq.br/4054769701284353

Lin Chau Ming
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Botucatu, SP
http://lattes.cnpq.br/4390073683610512

RESUMO: A figueira, *Ficus adhatodifolia* possui atributos afrodisíacos, estimulantes da memória, atividade anti helmíntica, anti-ancilostomose e anti-icterícia. No entanto, o desmatamento tem oferecido risco de extinção para a espécie. Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar o enraizamento de estacas de *F. adhatodifolia* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e em função de diferentes porções caulinares oriundas de plantas jovens. Para isso, um experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manoel com estacas obtidas de mudas com aproximadamente um ano e meio de idade, propagadas via sementes. As plantas tinham altura média de 1,30 metros e diâmetro ente 0,5 e 1 cm. As estacas foram divididas em basal, mediana e apical e o experimento foi realizado em um canteiro com substrato de areia grossa (20m x 1m), subdividido em canteiros menores com 40 cm de profundidade. O delineamento experimental foi fatorial 2x3 em parcelas casualizadas e 6 tratamentos (porções apical, mediana e basal, associadas ao AIB nas concentrações 0 e 3000 mg L-1) em 4 repetições com 25 estacas, totalizando 100 estacas por tratamento. As estacas foram irrigadas uma vez pela manhã e outra à tarde, por 60 minutos. As estacas permaneceram em campo e nas mesmas condições por 120 dias. As variáveis analisadas foram: enraizamento, comprimento e volume da raiz, massa seca da raiz, das folhas e das brotações, número de brotações, de folhas, e área foliar. O resultado mostrou que a porção basal com o uso de AIB foi melhor entre as demais porções, com 83% de enraizamento. Esse padrão foi observado para

todas as variáveis. Assim, estacas de *F. adhatodifolia* apresentam melhores resultados com o uso de AIB, especialmente para a porção basal.
PALAVRAS-CHAVE: figueira branca, *Pharmacosycea*, estaquia.

ASEXUAL PROPAGATION BY CUTTING FROM YOUNG PLANTS OF *Ficus adhatodifolia* SCHOTT EX SPRENG. (MORACEAE) AS A FUNCTION OF TYPE OF CUTTINGS AND DIFFERENT INDOLBUTYRIC ACID CONCENTRATIONS

ABSTRACT - The fig tree, *Ficus adhatodifolia* has aphrodisiac attributes, memory stimulants, anti helminthic activity, anti-ancylostomiasis and anti-icteritis. However, deforestation has offered a risk of extinction for the species. Therefore, the objective of this study was to verify the rooting of *F. adhatodifolia* cuttings submitted to different concentrations of indolbutyric acid (IAB) and as a function of different stem portions from young plants. For this, an experiment was conducted at The Experimental Farm São Manoel with cuttings obtained from seedlings approximately one and a half years old, propagated via seeds. The plants had an average height of 1.30 meters and diameter between 0.5 and 1 cm. The cuttings were divided into basal, median and apical and the experiment was performed in a bed with coarse sand substrate (20m x 1m), subdivided into smaller beds with 40 cm depth. The experimental design was a 2x3 factorial design with 6 treatments (apical, median and basal portions, associated with AIB at concentrations of 0 and 3000 mg L-1) in 4 replicates with 25 cuttings, totaling 100 cuttings per treatment. The cuttings were irrigated once in the morning and once in the afternoon, for 60 minutes. The cuttings remained in the field under the same conditions for 120 days. The variables analyzed were: rooting, root length and volume, dry mass of the root, leaves and shoots, number of shoots, number of leaves, and leaf area. The result showed that the basal portion with the use of AIB was better among the other portions, with 83% rooting. This pattern was observed for all variables. Thus, cuttings of *F. adhatodifolia* show better results with the use of IAB, especially for the basal portion.
KEYWORDS: white fig, Pharmacosycea, cutting.

INTRODUÇÃO

Entre as espécies consagradas na medicina popular brasileira, estão algumas representantes da família *Moraceae.* Esta família é constituída de aproximadamente 1.100 espécies, distribuídas em 37 gêneros. A maioria dos gêneros da família ocorre na região pantropical. A região neotropical é constituída por 19 gêneros, com cerca de 270 espécies (BERG, 1998, 2001). O gênero *Ficus* é um pertencente à família *Moraceae,* é classificado ecologicamente como plantas pioneiras de ciclo de vida longo, suas sementes podem germinar em ambientes sombreados, porém são exigentes quanto à luz direta do sol para o desenvolvimento (ROCHA, 2003).

O gênero *Ficus* é caracterizado por suas inflorescências e infrutescências, que são do tipo sicônios, cenanto fechado ou simplesmente figo. Dependendo da espécie varia o formato o tamanho, a coloração, a textura, o aroma e o sabor, (Figura 1) e podem ser produzidos em diferentes partes da planta como nas axilas das folhas nos caules ou junto

ao solo. Todavia, independentemente da espécie, os sicônios serão sempre constituídos por um receptáculo fechado que se prende ao pedúnculo e uma pequena cavidade formada por escamas, o ostíolo, uma minúscula passagem que admite a comunicação das flores com o ambiente externo na outra extremidade (CARAUTA, DIAZ, 2002; PEREIRA, PENG, 2008; DE SOUZA, 2009).

Além de espécies consagradas contidas no gênero *Ficus*, a família Moraceae possui outras espécies importante tais como: a jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* Lam., a árvore da fruta-pão, *Artocarpus altilis* Fosberg, Francis Raymond (Ray), o pau-rainha, *Brosimum rubescens* Taubert, Paul Hermann Wilhelm, o carapiá, *Dorstenia cayapia* Vellozo, José Mariano da Conceição, a amora, *Morus nigra* L., e a figueira branca, *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng., *Ficus benjamina* L., e o figo, *Ficus carica* L. entre outras (CARAUTA, DIAZ, 2002; MENDONÇA-SOUZA, 2006).

Estima-se que existam cerca de 100 espécies nativas de figueiras no Brasil, das quais 65 são descritas. Destas, 15 ocorrem no Estado de São Paulo: *F. citrifolia* (Mill.), *F. cyclophylla* (Miquel.), *F. eximia* (Schott.), *F. gomelleira* (Kunth.), *F. guaranitica*, (Chodat.), *F. hirsuta* (Wall ex. Miq.), *F. adhatodifolia*, *F. luschnathiana* (Miquel.), *F. obtusifolia* (Roxb.), *F. obtusiuscula* (Miquel.), *F. organensis* (Miquel.), *F. pertusa* (L.), *F. pulchella* (Schott.), *F. trigona* (L.), *F. trigonata* (L.) (MARTINELLI, 2002; CARAUTA; DIAZ, 2002; MENDONÇA-SOUZA, 2006; GONÇALVES, 2012; PELISSARI, 2012).

As espécies do gênero *Ficus* estão distribuídas em quatro subgêneros: *Urostigma* (Gasp.) Miq., *Pharmacosycea* Miq., *Sycomorus* (Gasp.) Miq. E *Ficus* (L.) Corner (CONER et al. 1961 apud DE SOUZA, 2009), entre os quais dois ocorrem no Brasil: *Urostigma* com 58 espécies e *Pharmacosycea* com oito espécies (CARAUTA, DIAZ, 2002; NEVES et al., 2002; GONÇALVES 2012).

O subgênero *Pharmacosycea* recebeu esta denominação devido às propriedades medicinais constituída às suas plantas, são sempre árvores muito altas, chegando a atingir 30 a 40m, como apresentado na Figura 2, encontradas comumente nas encostas e margens dos rios.



Figura 1. Sicônios de representantes do gênero *Ficus*, diversas formas e cores (A e B) *Ficus adhatodofolia* (C) *Ficus carica* (D) *Ficus pumila*. Botucatu/SP, agosto de 2013 (Fotos: Marilza Machado).

Dentre elas encontra-se a espécie *F. adhatodifolia e* aos seus frutos são conferidos atributos afrodisíacos, estimulantes de memória, atividade anti-helmíntica, sendo recomendada também no tratamento de ancilostomose e icterícia, (PECKOLT; PECKOLT, 1888; SCHULTES; RAFFAUF, 1990; AMORIM et al., 1999; ALVES; CARAUTA; PINTO, 2001; CARAUTA; DIAZ; 2002 LORENZI; MATOS, 2008).



Figura 2. (A) Representante do subgênero *Urustigma*, árvores com raízes estranguladoras em direção ao solo. (B) *Ficus adhatodifolia,* representante do subgênero *Pharmacosycea*. Fotos (A e B Iporanga/ SP, Bairro da Serra março de 2013). (Fotos A: Marilza Machado. Foto B: Nathalya Machado de Souza).

Outra característica das figueiras é a forma de reprodução, considerada excepcional entre as plantas. A polinização é feita exclusivamente por pequenas vespas, que geralmente têm menos de 2 mm. Os ovos dessas vespas só se desenvolvem dentro do figo, e o mesmo somente é polinizado por elas (PEREIRA; PENG, 2008). No entanto, o aumento populacional, o crescimento das indústrias e hipertrofia das cidades vem destruindo de maneira crescente as matas, e são portanto, alguns dos fatores que oferecem risco de extinção a muitas figueiras, sem que haja tempo suficiente para identificar essas espécies, ou tomar conhecimento da sua aplicação (CARAUTA, 1996).

Concomitantemente, existem pouquíssimas pesquisas na área de propagação de espécies vegetais consagradas pelo uso medicinal (GOMES; KRINSKI, 2017; 2018ab; 2019; 2020), como para o gênero *Ficus*, especialmente no subgênero *Pharmacosycea* (MACHADO et al., 2021ab). Por isso, realizar pesquisas de métodos de propagação de espécies como *F. adhatodifolia* se faz importante, uma vez que, pode-se produzir informações para a manutenção da espécie, por se tratar de uma espécie nativa, com propriedades medicinais e indicada na recuperação de áreas degradadas (CARAUTA; DIAZ, 2002; SILVEIRA, COELHO, 2008).

Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo verificar o enraizamento de estacas de *Ficus adhatodifolia* submetidas a diferentes concentrações de regulador vegetal, ácido indolbutiríco (AIB) e em função de diferentes porções caulinares (apical, mediana e basal) provenientes de indivíduos jovens com 18 meses de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa da Fazenda Experimental São Manoel. As estacas foram obtidas a partir de mudas de aproximadamente um ano e meio de idade, propagadas via sementes. As sementes para a produção das mudas foram coletadas no município de Iporanga em junho de 2011. As sementes foram colocadas para germinar em B.O.D. em substrato comercial "Carolina soil®" que tem em sua composição vermiculita e casca de arroz carbonizada e turfa. Após aproximadamente 60 dias, nas condições de B.O.D. as mudas foram transplantadas para placas de poliestireno, contendo o mesmo substrato. Foram transferidas para casa de vegetação e mantidas em estufas, com irrigação constante por meio de sistema automático de aspersão, a cada 1 hora, durante 1 minuto.

Depois de três meses, as mudas foram novamente transplantadas em sacos de polietileno específicos com dimensões de 7 x 15 cm. O substrato foi composto por uma mistura contendo solo, areia e composto orgânico na proporção de 2:1:1. Após seis meses, foram novamente transplantadas para sacos plásticos maiores com dimensões de 15x30 cm e ainda mantidas na mesma estufa. Após doze meses do terceiro transplante, as mudas foram levadas para aclimatação, em tela de sombreamento a 50% e permaneceram nestas condições por mais seis meses.

As plantas neste período (com 1 ano e meio) já apresentavam altura média de 1,30 metros e diâmetro ente 0,5 e 1 cm. Após um período de 10 dias em condições de campo aberto, foi realizado o corte para a produção das estacas. Selecionaram-se 600 mudas aleatoriamente (Figura 1 B) para a retirada das estacas. As estacas caulinares foram divididas em três partes: basais, medianas e apicais (Figura 3). O experimento foi realizado em estufa coberta com plástico na superfície e nas laterais. Montou-se um canteiro com 20 m de comprimento x 1 m de largura, e subdividido em canteiros menores com 40 cm de profundidade. O substrato utilizado foi areia grossa. Os tratamentos constituíram em testar o enraizamento de diferentes porções das estacas, basal, mediana e apical, associadas ao uso do regulador vegetal, ácido indolbutírico (AIB), nas concentrações 0 e 3000 mg L^{-1}, preparado na forma de talco.



Figura 3. Mudas de *Ficus adathodifolia* preparadas em porções apicais, medianas e basais. Fazenda Experimental da UNESP, localizada no município de São Manoel/SP. Outubro de 2013 (Fotos: Adelana Maria Freitas Santos).

O delineamento experimental foi fatorial 2x3 em parcelas casualidades com seis tratamentos (porções apical, mediana e basal, associadas ao uso do regulador vegetal nas concentrações 0 e 3000 mg L^{-1}) em quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por 25 estacas. As estacas foram preparadas e plantadas no canteiro no dia 25 de outubro de 2013, com irrigação por microaspersão duas vezes ao dia, e durante 60 minutos, uma vez pela manhã, e a outra à tarde. As estacas permaneceram em campo e nas mesmas condições por 120 dias, sendo realizadas a coleta e as avaliações no dia 26/02/2014, (Figura 2 A). Coletaram-se todas as estacas que apresentavam brotações, estas foram envolvidas em jornais umedecidos e acondicionadas em sacolas plásticas etiquetadas e enumeradas, para o transporte até o laboratório de Horticultura da UNESP – Lageado. A coleta ocorreu no primeiro horário da manhã para evitar desidratação das estacas. Após a chegada com o material, foram adotados os procedimentos para as avaliações das variáveis. Foram avaliadas todas as plantas coletadas. As variáveis analisadas foram:

comprimento e volume da raiz, massa fresca e seca da raiz, folha e brotações, número de brotações, número de folhas, e área foliar. As medidas de comprimento da raiz foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital modelo Mitutoyo. O peso das massas foi determinado em balança digital modelo AND. Para a determinação das massas secas das folhas, raiz e brotações, procedeu-se à secagem do material por 24 horas a 70 ºC em estufa modelo Fabee com circulação forçada de ar.

Para quantificar o número de folhas e das brotações por planta, foi feita a contagem manual. A área foliar foi determinada em Área Meter, modelo LI 3100 da LI-COR, que expressa área em cm^2. Todas as folhas expandidas foram avaliadas. O volume da raiz foi determinado utilizando-se a técnica do volume deslocado, que consistiu em colocar em uma proveta graduada, 50 ml de água pura, depois as raízes foram inseridas no interior desta proveta e realizou-se a leitura do deslocamento do volume da água ocupado pelas raízes, sendo este volume deslocado considerado como o volume da raiz, (Figura 4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise estatística com a porcentagem de enraizamento das estacas está descrita na Tabela 1. Entre as testemunhas as porções apical e mediana foram semelhantes entre si e superiores à porção basal. As porções mediana e basal tratadas com regulador vegetal AIB apresentam semelhanças entre si, diferindo da porção apical que apresentou menor porcentagem de enraizamento. A porção caulinar basal com o uso do regulador obteve destaque entre as demais, com 83% de enraizamento, bem como para as variáveis: volume e comprimento da raiz, massas secas das raízes, número de folhas e brotações (gemas emitidas com folhas expandidas ou não), número de folhas e área foliar (Tabelas 1 e 2).



Figura 4. (A) coleta das estacas enraizadas de *F. adhatodifolia* do experimento que avaliou as porções apicais medianas e basais das mudas jovens, na Fazenda experimental da UNESP, localizada no município de São Manoel/SP. (B) avaliação do volume de raízes das estacas apicais medianas e basais. Laboratório de campo no Departamento de Horticultura da UNESP, *Campus* de Botucatu/SP. Fevereiro de 2014 (Foto A Daniel Fernando Papa: Foto B: Marilza Machado).

Porção da Estaca	Testemunha*	AIB

Enraizamento (%)	Apical	60 Aa	34 Bb
	Mediana	70 Aa	70 Aa
	Basal	65 Ab	83 Aa
CV (%)		15,87	
Volume das raízes (ml)	Apical	6,9 Aa	6,6 Ba
	Mediana	7,0 Aa	6,4 Ba
	Basal	5,9 Bb	12,3 Aa
CV (%)		22,64	
Comprimento das raízes (mm)	Apical	119 Bb	184 Ba
	Mediana	110 Bb	216 Aa
	Basal	227 Aa	216 Aa
CV (%)		27,22	
Matéria Seca das raízes (g)	Apical	0,67 Ba	0,65 Ca
	Mediana	0,81 Ab	0,96 Ba
	Basal	0,61 Bb	1,47 Aa
CV (%)		37,13	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey. C.V.: Coeficiente de variação.

Tabela 1. Porcentagem de enraizamento, volume (ml), comprimento (mm), e matéria seca (g) de raízes de estacas obtidas de segmentos de ramos apicais, medianos e basais de Ficus adhatodifolia, tratadas com ácido indolbutírico (AIB) (3000 mg L-1) e sem AIB (Testemunha). Botucatu/SP, 2014.

A porção caulinar apical quando comparada entre testemunha e tratada com regulador apresentou diferença, com porcentagem de enraizamento inferior a tratada com regulador vegetal, 34%. Para as testemunhas apicais a porcentagem de enraizamento foi de 60%. Para as estacas caulinares medianas testemunhas, como as tratadas com o regulador vegetal AIB, estas obtiveram a mesma porcentagem de enraizamento, ambas com 70%. Comparando a porcentagem de enraizamento entre as porções caulinares testemunhas, as medianas apresentaram melhor resultado, com 70%. A porção basal testemunha apresentou 65% de enraizamento e a porção apical testemunha 60% (Tabela 1).

O resultado em nosso trabalho foi superior aos outros trabalhos com plantas do gênero *Ficus*, possivelmente em virtude da não lignificação dos tecidos vegetais, por se tratar da técnica de estaquia realizada com plantas jovens com menos de dois anos de idade, com diâmetros variando entre 0,5 e 1 cm. Fachinello et al. (1994) sugerem que estacas obtidas de ramos jovens já têm um teor de auxina endógena suficiente para o enraizamento, devido a sua maior atividade meristemática. A porção caulinar basal testemunha obteve porcentagem de enraizamento de 65 %, inferior à porção basal tratada com o regulador que alcançou 83% de enraizamento, assim demostrando resultados

satisfatórios para a propagação por estaquia em plantas jovens de *F. adhatodifolia.*

	Porção da Estaca	Testemunha*	AIB
Número de Brotações (n)	Apical	3,12Aa	3,21Aa
	Mediana	2,47 Ba	2,06 Bb
	Basal	2,23 Bb	3,11Aa
CV (%)	24,09	15,87	
Matéria Seca das Brotações (g)	Apical	0,36 Ba	0,39 Ba
	Mediana	0,46Aa	0,30 Cb
	Basal	0,50 Ab	0,59Aa
CV (%)	34,36	22,64	
Número de folhas (n)	Apical	13,83 Aa	12,21 Bb
	Mediana	11,66 Ba	10,04 Cb
	Basal	12,34 Bb	16,45 Aa
CV(%)	21,52	27,22	
Área Foliar (mm^2)	Apical	301,24 ABa	161,42 Bb
	Mediana	284,53 Ba	159,37 Bb
	Basal	320,06 Ab	428,81 Aa
CV (%)		21,09	
Matéria Seca das folhas (g)	Apical	1,63 Ba	1,23 Bb
	Mediana	1,75 ABa	0,97 Bb
	Basal	1,96 Ab	2,63 Aa
CV (%)		38,84	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey. C.V.: Coeficiente de variação.

Tabela 2. Número de brotações (n), matéria seca das brotações (g), número de folhas (n), área foliar (mm^2) e massa da matéria seca das folhas (g) obtidas de segmentos de ramos apicais, medianos e basais de *Ficus adhatodifolia*, tratadas com ácido indolbutírico (AIB) (3000 mg L^{-1}) e sem AIB (Testemunha). Botucatu/SP, 2014.

Para porções caulinares tratadas com o regulador vegetal AIB, comparadas entre si, as basais obtiveram maior porcentagem de enraizamento com 83%, seguida das medianas com 70% de enraizamento, e resultado menor entre as três porções da estaca está para a porção apical, com 34% de enraizamento. Carpanezzi et al. (1997), trabalhando com outra espécie, *Ficus enormis* obtiveram um percentual de enraizamento de estacas da espécie nativa figueira miúda de 73%. Os autores compararam o efeito de duas concentrações do regulador vegetal AIB (0 mg L^{-1} e 5000 mg L^{-1}) em estacas de brotações jovens com 15 cm a 20 cm de comprimento e 0,5 cm a 1,0 cm de diâmetro, mantendo-se duas folhas reduzidas à metade de sua área foliar, na parte superior da estaca. Os resultados demonstram que o enraizamento de *F. enormis* é promissor, sendo independente da concentração de AIB. Na

ausência de AIB, o enraizamento médio foi de 73,75% e para 5000 mg L^{-1} de AIB o valor decresceu para 61,25%.

Para o regulador vegetal AIB na concentração de 3000 mg L^{-1} foi constatada diferença significativa apenas para as porções caulinares basal, com 83% de enraizamento, quando comparadas a testemunha basal que apresentou 65% de enraizamento. Para as porções medianas, a testemunha não diferiu das tratadas com o regulador, já na porção apical, as estacas tratadas com o regulador vegetal apresentaram menor enraizamento, com 34%, quando comparadas as apicais testemunhas que apresentaram 60% de pegamento.

A propagação assexuada bem sucedida por estaquia de *F. adhatodifolia* parece estar relacionada com a quantidade de lignina presente nas estacas e com a idade da planta de onde se extrai o material vegetal para a propagação. Isso porque estacas extraídas de plantas jovens com dois anos de idade, como as utilizadas para o experimento supracitado, resultaram em boa porcentagem de enraizamento. Sendo plantas jovens, ainda possuíam caules herbáceos não lignificados. As estacas da porção basal tratadas com regulador apresentaram-se superiores na formação de raízes, se comparadas as da porção apical, que apresentaram porcentagem inferior de enraizamento, provavelmente em virtude do efeito fitotóxico do teor de auxina endógeno sintetizado pela gema apical, aliado à aplicação exógena do regulador vegetal AIB (TAIZ; ZEIGER, 2004). Ascenção (1990) trabalhando com estacas de rebrotas de *F. pseudomangifera,* espécie exótica no Brasil, sem a aplicação de AIB obteve como resultado 70% de enraizamento em estacas da porção apical. Das 17 estacas, 12 emitiram raízes ao final de 200 dias. Para a porção mediana e basal 0% de enraizamento. O substrato utilizado foi mistura de terra vegetal com fertilurb®, em condições de viveiro.

Martinelli (2002), realizou propagação de estacas caulinares de *Ficus glabra* Vell. de material oriundo de rebrotas de árvores adultas, e obteve 15% de estacas enraizadas sem o emprego de AIB, sendo seu melhor resultado, porém a autora não menciona a porção da estaca para este resultado. Pereira et al. (1984) observaram maior enraizamento e desenvolvimento de *Ficus carica* L. quando estaqueadas mais cedo, oriundas de plantas mais jovens, concordando com relatos de Rigitano (1964) que verificou que estaquias precoces de *F. carica* L., retiradas de caules jovens, propiciaram formação de plantas bem desenvolvidas. Os resultados de enraizamento podem variar de espécie para espécie, devido a fatores genéticos e ambientais, (HARTMANN et al. 1997). Estacas de jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allen) somente apresentam formação de raízes se oriundas de tecido juvenil (FONSECA et al. 1991).

Martinelli (2002) descreve a existência de diferenças anatômicas nas estacas oriundas dos galhos mais velhos de árvores adultas em relação àquelas provenientes das rebrotas também de árvores adultas no processo de formação de raiz. A autora realizou análises anatômicas e descreve o surgimento de primórdios radiciais em estacas das rebrotas tendo sua origem provavelmente na região cambial. Nestas estruturas a autora

expõe as estruturas observadas em microscopia: presença de células esclerificadas na periderme caracterizando um tecido que ainda não sofreu lignificação, com uma periderme de aproximadamente 3 camadas celulares. Nos caules, as camadas de periderme, geralmente aparecem durante o primeiro ano de crescimento da planta. Quanto mais camadas de periderme, apresentar o caule, maior o grau de maturidade deste. Nesse caso, a estaca coletada de rebrota demonstra sua juvenilidade quando relacionada ao número reduzido de camadas de periderme, comparada à estaca adulta. Em nosso estudo, com estacas de *F. adhatodifolia*, não foi possível fazer tal referência, pois não foram realizados estudos anatômicos nas estacas.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados, as estacas tratadas com regulador vegetal apresentaram-se superiores no número de enraizamento, em relação as não tratadas, sendo assim recomendável o uso do regulador vegetal para propagação por estaquia em *F. adhatodifolia*, especialmente para a porção basal e em plantas jovens de até 18 meses de idade.

AGRADECIMENTOS

Ao Seu Nilton Aparecido de Moraes, Daniel Fernando Papa, e toda a equipe de funcionários da Fazenda experimental de São Manoel pela ajuda na implantação dos experimentos. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura) da UNESP/Botucatu e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. A.; CARUTA, J. P. P.; PINTO, A. C. 2001. **A história das figueiras ou gameleiras. Sociedade Brasileira de Química.** Disponível em: <http://www.sbq.org.br/filiais/adm/Upload/subconteudo/pdf/Historias_Interessantes_de_Produtos_Naturais12.pdf >. Acesso em: 15 março de 2014.

AMORIM, A. et al. Anthelmintic activity of the latex of *Ficus* species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 64, n. 3, p. 255-258, 1999.

ASCENÇÃO, M. R. Propagação vegetativa por estaquia *de Ficus pseudomangifera* (*Moraceae*). **Albertoa**, v. 3. nº 4, p. 38, 1990.

BERG, C. C. Moraceae, Artocarpeae, and Dorstenia (Moraceae) with introductions to the family and *Ficus* and with additions and corrections to Flora Neotropica. **Flora Neotropica Monographs,** New York Botanical Garden, Nova York, v. 83, p. 1-346, 2001.

BERG, C. C. Phytogeography, systematics and diversification of African Moraceae compared with those of other tropical areas. *In*: HUXLEY, C. .; LOCK, J; CUTLER, D. F. **Chorology, taxonomy and ecology of the floras of Africa and Madagascar**. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 131-148. 1998.

CARAUTA, J. P. O gênero Moraceae. **Albertoa,** FEEMA - Serviço de ecologia aplicada, Rio de Janeiro, v. 4, n.13, p. 173-177, 1996.

CARAUTA, J. P. P.; DIAZ, B. E. **Figueiras no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2002. 208 p.

CARPANEZZI, A. A. *et al.* Resultados preliminares sobre a estaquia de *Ficus enormis* (Mart ex Miq) Miq. **Séries Embrapa Florestas (INFOTECA-E)**, Colombo, 1997. 4 p.

FACHINELLO, J. C. *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** Pelotas: UFPEL, 1994.

FONSECA, L. E. C. *et al.* Propagação vegetativa do jacarandá-da-baía através da estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 26, n. 1, p. 31-37, jan. 1991.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation:** principies and practices. 5. ed. New York: Englewood Clipps / Prentice Hall, 1997.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. Ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544 p.

MACHADO, M. *et al.* Determinação da umidade em sementes da figueira (*Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng. - Moraceae) armazenadas por dois anos e meio. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1642-1647, 2021a.

MACHADO, M. *et al.* Germinação de sementes de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng. (Moraceae) após dois anos e meio de armazenamento. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1648-1652, 2021b.

MARTINELLI, P. **Efeitos das interações entre auxinas e ácido bórico em dois métodos de aplicação, no enraizamento de estacas caulinares de *Ficus glabra* Vell**, 2002. Dissertação (mestrado) em - Ciências Biológicas – (Área Botânica, Setor de Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2002.

MENDONÇA-SOUZA, L. ***Ficus* (Moraceae) no Estado de São Paulo**. 2006. 140 p. Dissertação (Mestrado/Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas foliares e caulinares de pariparoba (*Piper umbellatum* L.). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, p. 661-678, 2020.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Enraizamento de estacas caulinares de *Piper crassinervium* Kunth sob diferentes concentrações de ácido indobutírico. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, p. 92-97, 2019.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Enraizamento de estacas apicais, medianas e basais de *Piper aduncum* L. em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, p. 435-439, 2018a.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. *Piper crassinervium* Kunth vegetative propagation: influence of substrates and stem cuttings positions. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 11, p. 51-59, 2018b.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. **Scientia Agraria**, v. 17, p. 31-37, 2017.

PECKOLT, T.; PECKOLT, G. **História das plantas medicinais e úteis do Brazil**. Rio de Janeiro: Laemmert, 1888. 918 p.

PEREIRA, F. M. *et al.* Influenciada época de estaquia, em recepiente no pegamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1983, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMPASC/SBF, 1984. v. 2, p. 446-452.

PEREIRA, R. A. S.; PENG, Y. Q. Uma árvore versátil. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 70-72, 2008.

RIGITANO, O. A. Instruções para cultura da figueira. **Boletim Técnico IAC,** Campinas, 1964.

SCHULTES, R. E; RAFFAUF, R. F. **The Healing Forest. Medicinal and Toxic Plants of the Northwest Amazonia**. Portland: Dioscorides Press,. 484 p. Schultes Raffaul – 1990.

SILVEIRA, C. J. A.; COELHO, A. N. **Nota Técnica para o Programa de Fomento Florestal** – IEF. Belo Horizonte: IEF, 2008. Disponível em: http://www.mapearbrasil.com/search/web/?cx=partner-pub >. Acesso em: 18 abr. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 792 p.

CAPÍTULO 9

ATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE COPAÍBA *(Copaifera lagsdorfii)* NA ECLOSÃO DE *Meloidogyne javanica*

Data de aceite: 01/01/2022

Ana Paula Gonçalves Ferreira
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Professor Jamil-GO
http://lattes.cnpq.br/3672817167527859

Rodrigo Vieira da Silva
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos/GO
http://lattes.cnpq.br/3124474397004918

Gabriela Araújo Martins
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Piracanjuba-GO
http://lattes.cnpq.br/3356239562750321

João Pedro Elias Gondim
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/7045740837090974

Lara Nascimento Guimarães
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/1465762472357401

Nathália Nascimento Guimarães
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/0999887760613085

Edcarlos Silva Alves
Institucional: Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/8034600106628875

Augusto Henrique dos Santos
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/7970969445504520

RESUMO: A Copaibeira ou pau d'óleo é uma espécie arbórea nativa do Cerrado com propriedades medicinais e antimicrobianas. Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* destacam-se pela grande importância a agricultura mundial. Para o manejo de fitonematoides, apesar da praticidade e rapidez nos resultados, o controle com nematicidas químicos sintéticos apresentam problemas de toxicidade, de modo que os nematologistas cada vez mais buscam medidas de controle alternativas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar *in vitro* a ação nematicida do óleo essencial de copaíba na eclosão de juvenis de segundo estádio (J2) de *Meloidogyne javanica.* O experimento foi realizado em condições de laboratório, onde os J2 de *M. javanica* foram submetidos ao óleo essencial de Copaíba 100% natural nas concentrações de 0, 8, 16 e 32 mg L^{-1} e acondicionado em câmara incubadora do tipo B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 26°C no escuro por um período de 48 horas. A análise dos dados foi realizada utilizando o software SISVAR. Houve efeito significativo em todas as concentrações do óleo essencial copaíba sobre a eclosão de *M. javanica.* As concentrações de 8 e 16 mg L^{-1} do óleo essencial de copaíba foram as que apresentaram maior percentual na redução da eclosão dos nematoides, com percentagem

de inibição de 73,44 e 71,88 %, respectivamente. Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que óleo essencial de copaíba apresenta potencial de ser utilizado no controle de *M. javanica*. No entanto, ainda se fazem necessários novos estudos *in vivo* para a comprovação dos resultados tanto em condições controladas, como em campo para o controle deste fitonematoide.
PALAVRAS-CHAVE: Fitonematoide; Controle Alternativo; Cerrado, nematicida natural

ACTIVITY OF COPAÍBA ESSENTIAL OIL *(Copaifera lagsdorfii)* IN *Meloidogyne javanica*

ABSTRACT: Copaibeira or pau d'leo is a tree species native to the Cerrado with medicinal and antimicrobial properties. Phytonematodes of the genus *Meloidogyne* stand out for their great importance in world agriculture. For the management of phytonematodes, despite the practicality and speed of results, the control with synthetic chemical nematicides presents toxicity problems, so that nematologists increasingly seek alternative control measures. Therefore, this study aimed to evaluate in vitro the nematicidal action of the essential oil of copaiba on the hatching of second-stage juveniles (J2) of *Meloidogyne javanica*. The experiment was carried out under laboratory conditions, where the J2 of *M. javanica* were subjected to 100% natural Copaíba essential oil at concentrations of 0, 8, 16 and 32 mg L-1 and stored in a BOD (Demand) incubator chamber. Oxygen Biochemistry) at 26°C in the dark for a period of 48 hours. Data analysis was performed using the SISVAR software. There was a significant effect at all concentrations of the essential oil copaiba on the hatching of M. javanica. The concentrations of 8 and 16 mg L-1 of the essential oil of copaiba were the ones that presented the highest percentage in the reduction of the nematodes hatching, with inhibition percentages of 73.44 and 71.88%, respectively. The results obtained in this work allow us to conclude that essential oil from copaiba has potential to be used in the control of *M. javanica*. However, further in vivo studies are still needed to confirm the results both under controlled conditions and in the field for the control of this phytonematode.
KEYWORDS: Phytonematode; Alternative Control; Cerrado, natural nematicide.

1 | INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado o segundo maior bioma do Brasil, apresentando cerca de 205 milhões de hectares de extensão, ocupando cerca de 20% do território nacional. Este caracteriza-se por ser a formação vegetal com a mais rica biodiversidade do mundo (MMA, 2017; MYERS et al., 2000).

A copaibeira ou pau d'óleo (*Copaifera langsdorffii*) é uma espécie arbórea nativa do Cerrado brasileiro pertencente à família das fabáceas, que pode atingir cerca de 25 a 40 metros de altura, e viver por 400 anos. Caracteriza-se por apresentar casca aromática, folhagem densa e frutos do tipo vagem (MARTINELLI; MORAES, 2014). Além disso, apresenta uma ampla utilização na medicina desde a chegada dos colonizadores portugueses no Brasil, no final do século XV. O seu óleo possui propriedades cicatrizantes e antissépticas, sendo utilizado principalmente pelos índios para a curar feridas de guerreiros

após as batalhas e para passar no cordão umbilical de recém nascidos (FRANCISCO, 2005; MACIEL et al., 2002).

Os óleos essenciais vegetais podem ser definidos como os subprodutos do metabolismo secundário das plantas, e tem como principal função, a proteção contra o ataque de patógenos e predadores. Geralmente, a sua constituição química apresenta substâncias lipofílicas, voláteis e de baixo peso molecular. Para a extração desses óleos essenciais, podem ser usados qualquer parte do vegetal, um dos métodos mais e empregado para esta finalidade é a hidrodestilação (MORAIS, 2009).

Os nematoides constituem um vasto grupo de animais invertebrados que podem viver nos mais diferentes habitats. Uma fração deles, cerca de 10% são representados pelos fitonematoides, organismos capazes de causar sérios danos às plantas. Os pertencentes ao gênero *Meloidogyne* destacam-se pela grande importância à agricultura mundial. Estes são responsáveis pela formação de tumores nas raízes, denominadas de galhas, ocasionando grandes prejuízos à maioria das plantas cultivadas (DINARDO, MIRANDA, 2005).

Sob condições adequadas de temperatura e umidade, 25 a 30 ºC e 60 a 80% da capacidade de campo, os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* se reproduzem rapidamente, uma média de 500 ovos a cada 30 dias, o que dificulta o seu controle. O manejo deste fitopatógeno vem sendo realizada principalmente por meio de práticas culturais, químicas, físicas e biológicas (CAMPOS et al., 2001).

O parasitismo de *Meloidogyne* causa sérios distúrbios fisiológicos nas plantas, que são consequência da drástica redução do transporte de água e nutrientes para a parte aérea das plantas. Uma vez no interior da raiz, este fitonematoide induz a formação de ‘tumores’ denominadas de galhas, que são induzidas pela injeção, por meio de seu estilete, de hormônios, enzimas e toxinas produzidas pelas glândulas esofagianas. Em consequência, tem-se a hiperplasia e a hipertrofia, o que acarreta plantas raquíticas e amareladas, distribuídas no campo de forma irregular, principalmente em reboleiras (PINHEIRO et al., 2013).

Para o controle de *Meloidogyne* spp., comumente são empregados os nematicidas sintéticos pela sua praticidade e rapidez nos resultados. No entanto, devido aos diversos riscos ao homem e meio ambiente, cada vez mais aumenta a procura por medidas alternativas de controle capazes de reduzir a densidade dos nematoides de galhas. Dessa forma, pesquisas que visam a utilização de óleos essenciais de plantas vêm ganhando destaque, pois apresentam constituintes com potencial nematicida (GONÇALVES et al., 2016). Mesmo que trabalhos acerca desse tema sejam ainda incipientes, há espécies vegetais nativas do cerrado, cujo óleo essencial produz substâncias com ação nematicida, reduzindo a eclosão e aumentando a mortalidade de nematoides (DARLAN, 2017). De acordo com Marques (2020), o óleo essencial de pequi apresentou resultados positivos no controle de juvenis de segundo estádio (J2) de *M. javanica*, o que demonstra a eficiência da utilização de óleos essenciais para o controle de nematoide de galhas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação nematicida do óleo essencial de Copaíba na eclosão de juvenis de segundo estádio de *M. javanica.*

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no Laboratório de Nematologia e a população de fitonematoides utilizada foi identificada pelo perfil de enzimas esterase (EST = Mj) pela técnica de eletroforese vertical em sistema descontínuo, conforme descrito em Freitas et al. (2016). A mesma foi multiplicada em mudas de jiloeiro *(Solanum gilo*) em casa de vegetação durante 60 dias e os ovos extraídos segundo o método de Boneti & Ferraz (1981). A concentração do inóculo foi calibrada para 100 ovos mL^{-1} com auxílio de câmara de Peter sob microscópio fotônico no aumento de 100 X.

Para a instalação do ensaio foram utilizados tubos de ensaio de vidro com dimensões de 20 x 200 mm e óleo essencial de Copaíba 100% natural obtido a partir da perfuração do tronco da árvore, nas concentrações de 0, 8, 16 e 32 mg L^{-1}. Nos tubos de ensaio foram adicionados 0,41 mL da suspensão que continha 100 ovos de *M. javanica*. Posteriormente, com o auxílio de uma micropipeta, adicionou-se as respectivas concentrações do óleo essencial (**Figura 1**). Para o tratamento controle foi utilizado 1 mL de água destilada juntamente com a suspensão de ovos. O experimento foi acondicionado em câmara incubadora do tipo B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 26°C no escuro por um período de 48 horas.



Figura 1. A: Raízes de jiloeiro infectadas com Meloidogyne javanica utilizadas como fonte de inóculo planta de jiló (*Solanum aethopicum* L.); **B.** Suspensão de ovos de juvenis de *M. javanica* obtida. **C.** Óleo essencial de Copaíba. **D.** Tratamento com óleo na solução de nematoides. Fonte: Ferreira, A. P. G. (2020).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (4x5) 4 concentrações de óleo essencial de copaíba, com 9 repetições por tratamento. As análises dos dados foram feitas utilizando o programa Sisvar pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão das variáveis avaliadas (FERREIRA, 2014).

Os juvenis de segundo estádio (J2) eclodidos e os ovos remanescentes foram quantificados com o auxílio de um microscópio fotônico a um aumento de 100 X, após 48 h de incubação. A contagem foi realizada com o auxílio de câmara de Peters. Para o cálculo da percentagem de inibição da eclosão dos J2 de *M. javanica* foi utilizado o tratamento controle, contendo apenas água destilada como referência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos das concentrações do óleo essencial de copaíba estão discriminados na **Tabela 1**. Houve efeito significativo ($F \leq 0,05$) em todas as concentrações do óleo essencial copaíba sobre a eclosão de J2 de *M. javanica.* As concentrações de 8 e 16 mg L^{-1} do óleo essencial de copaíba foram as que apresentaram maiores índices de inibição, com

percentagem de 73,44 e 71, 88 %, respectivamente (**Tabela 1**).

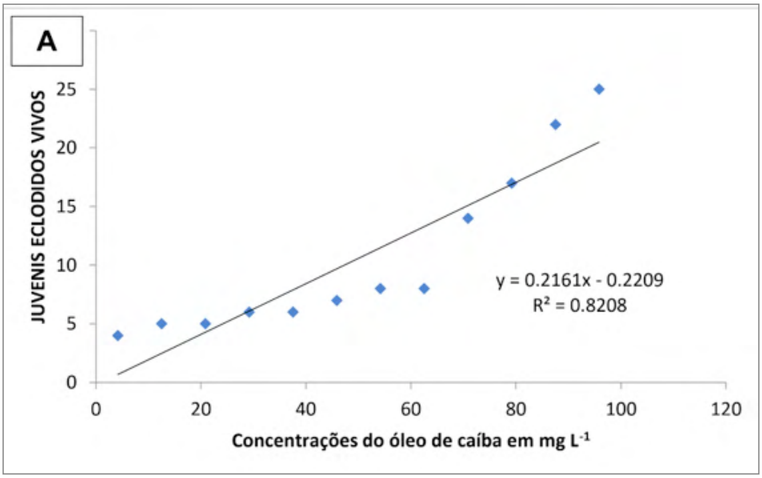
Tratamentos	Médias	% de inibição da eclosão de J2
Controle:	21.333333 b	36%
8 mg L-1	5.666667 a	73,44%
16 mg L-1	6.000000 a	71,88%
32 mg L-1	9.333333 a	56,75%
CV (%)	29,5	-

Tabela 1. Valores médios de juvenis de segundo estádio de *Meloidogyne javanica* eclodidos em função das concentrações do óleo essencial de Copaíba após 48 h de incubação.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A concentração com 32 mg L^{-1} ocasionou a inibição a eclosão de 56,75% dos J2 de *M. javanica,* enquanto no tratamento controle, a percentagem foi de 36%. Observando os dados apresentados na regressão da **Figura 2**, pode-se observar que a concentração ideal do óleo essencial de copaíba se encontra entre as concentrações 8 e 16 mg L^{-1}.

Mediante análise de regressão linear verificou-se uma relação positiva entre as variáveis avaliadas, tanto para a porcentagem de juvenis eclodidos, como para a mortalidade em função do valor coeficiente de relação (R^2).



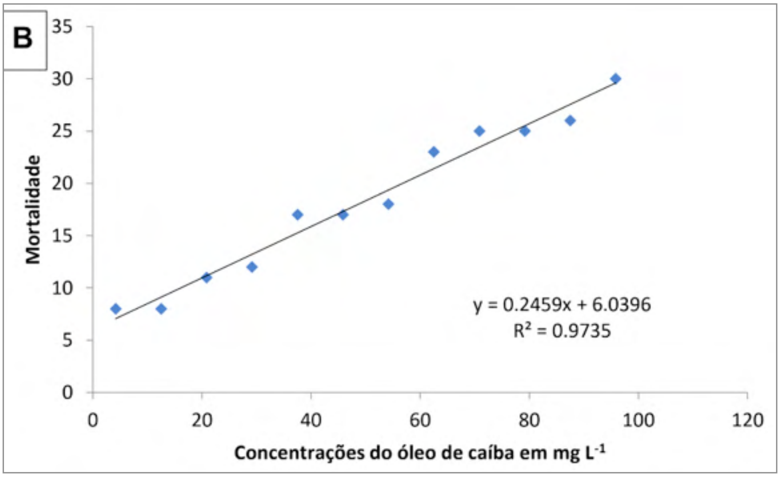


Figura 2. Valores percentual da taxa de eclosão (A) e Mortalidade de juvenis de *M. javanica* após exposição ao óleo essencial de Copaíba.

Em trabalho realizado por Marques (2020), os dados corroboram com o resultado do obtido no presente estudo, que ao analisar a atividade nematicida do óleo essencial de pequi (*Caryocar brasiliense*), a concentração de 16 mg L^{-1} foi a que apresentou melhores resultados para o controle de *M. javanica.*

O principal componente químico do óleo essencial de copaíba são os sesquiterpenos, que se caracterizam por ser um terpeno composto por três unidades de isopropeno. De acordo com Bakkali et al. (2008) e Echeverrigaray et al. (2010), o efeito nematicida dos óleos essenciais, devem-se principalmente a atividade desses terpenos e relacionam-se com a ação lipofílica destes na membrana dos nematoides, ocasionando, como consequência, rupturas e alterações de sua permeabilidade. Ainda de acordo com Echeverrigaray et al. (2010), quando esses componentes químicos estão presentes em menores concentrações na constituição dos óleos essenciais vegetais, o efeito nematicida tende a ser menor. Vale ressaltar que a síntese desses compostos pelas plantas ocorre em função do ataque de agentes bióticos, tais como de fungos, insetos, bactérias e nematoides, considerados então parte dos mecanismos de defesa da planta.

Os principais compostos químicos vegetais que apresentam atividades nematicidas são caracterizados como alcaloides, terpenos ou flavonoides. No cerrado goiano, estes constituintes podem ser comumente encontrados em plantas das famílias Meliaceae, Fabaceae, Rutaceae, Apocynaceae e Simaroubaceae (CHITWOOD, 2002; FERRAZ et al., 2010). Em pesquisas realizadas com absinto (*Artemisia absinthium*), foi atribuído ao Sesquiterpeno Absinta, a função de desestimulante do apetite de nematoides. Além disso, a ação nematicida dos Sesquiterpenos, também foram identificadas em outras espécies vegetais da família Fabaceae (LOPES et al., 2017).

De acordo com Oka et al. (2000), a interação dos constituintes químicos dos

óleos essenciais resulta em compostos que interferem diretamente no metabolismo dos nematoides. Segundo Campos et al. (2006) e Salgado et al. (2003) a atuação dos óleos essenciais ocorre de forma sinergética sobre nematoides, as quais podem afetar o sistema nervoso do patógeno ou catalisarem reações adversas em qualquer estádio de desenvolvimento do nematoide.

Segundo Borges (2017) a importância do uso de substâncias nematicidas de origem vegetal, uma vez que estas podem ser facilmente utilizadas no controle de reboleiras infestadas com nematoides. Além disso, tem a possibilidade de gerar produtos menos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana. De acordo com o mesmo autor, ao usar óleo essencial de frutos verdes de Aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), a eclosão de *M. javanica* foi inibida em 82%, o que revela que tal resultado é função da maior concentração de terpenos na constituição química do óleo. Renco et al. (2014), destacam que o uso de metabólitos secundários sintetizados pelas plantas são uma alternativa viável para o controle de nematoides, objetivando principalmente a substituição dos nematicidas químicos. Além disso, com o uso de óleos essenciais, tem-se a possibilidade de isolar compostos nematicidas para que seja possível a obtenção de produtos menos nocivos ao meio ambiente e a saúde humana.

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, constatou-se que o óleo essencial de copaíba, em razão dos valores observados sobre a inibição da eclosão de J2 de *M. javanica,* apresenta potencial para o controle alternativo dos nematoides de galhas. No entanto, ainda são necessários ensaios *in vivo* em condições controladas, como em campo para avaliar a eficácia desse óleo no solo, uma vez que nesse sistema pode haver diversas interações com fatores bióticos e abióticos. Portanto, a partir da introdução de óleos essenciais de plantas do Cerrado na agricultura, teria a possibilidade de substituição dos nematicidas químicos, que em função de seu uso indiscriminado, causa prejuízos à saúde humana, ao meio ambiente e à aos microrganismos benéficos do solo.

4 | CONCLUSÃO

A maior inibição da eclosão de *M. javanica* foi observada nas concentrações de 8 e 16 mg L^{-1}, responsáveis por 73,44 e 71, 88 % da inibição da eclosão de J2 de *M. javanica.*

Novos estudos *in vivo* serão realizados com o óleo essencial de copaíba para o controle de *M. javanica.*

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. **Métodos em fitopatologia.** 2. ed. Viçosa MG. Editora UFV. 2016. 516p.

ALMEIDA, J. E. et al. **Avaliação da atividade nematicida antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) da oleorresina de Copaíba.** Revista Uningá**,** v. 57, n. 2, p. 12-22, 2020.

AZANDO, E.V.B.; HOUNZANGBÉ–ADOTÉ, M.S.; OLOUNLADÉ, P.A.; BRUNET, S., FABRE, N.; VALENTIN, A.; HOSTE, H. **Involvement of tannins and flavonoids in the in vitro effects of *Newbouldia laevis* and *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* extracts on the exsheathment of third-stage infective larvae of gastrointestinal nematodes.** Veterinary parasitology, v. 180, n. 3, p. 292-297, 2011.

BAKKALI, F. et al. **Biological effects of essential oils**. – A review. Food and chemical toxicology. V. 46, n. 4, p.446-475. 2008. Disponível em http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106. Acesso em: 17 de julho de 2020.

BORGES, D. F. **Efeito nematicida de extratos de plantas do cerrado e óleos essenciais.** Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba - MG, p. 46, 2017. Dissertação de mestrado.

CAMPOS, V.P.; CAMPOS, J.R.; SILVA, L.H.C.P.; DUTRA, M.R. **Manejo de nematoides em hortaliças.** In: SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, J.R.; NOJOSA, G.B.A. Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças. Lavras: UFLA, 2001. p.125-158.

CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. **Efeito do tempo e da temperatura de incubação de juvenis do segundo estádio (J2) no teor de lipídio corporal e no parasitismo de *Meloidogyne javanica* em soja**. Fitopatologia Brasileira, v. 31, n. 04, p. 387-393, 2006.

CARNEIRO, R.M.D.G.; Almeida, M.R.A. **Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies.** Nematologia Brasileira, v.25, n.1, p.35-44, 2001.

CORBANI et al. **Efeito dos óleos essenciais sobre a eclosão de Juvenis de *Meloidogyne javanica in vitro.*** Revista Agrarian v.3, n.10, p.194-199. 2010.

COSTA, B. S. S. **Variabilidade espacial de características dendrométricas da copaíba em função da aptidão agrícola em solos do Tocantins.** 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

DINARDO, L.L.M.; MIRANDA, I. D. **Cartilha de nematoides atualizada.** Campinas: jornal cana, 2005.

FRANCISCO, S.G. **Uso do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) em inflamação ginecológica**. Femina, v.33, n.2, p.89-93, 2005.

ECHEVERRIGARAY, S. et al. **Nematicidal activity of monoterpenoids against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*.** Phytopathology**,** v. 100, n. 2, p. 199-203, 2010.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciência e Agrotecnologia, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GARDIANO. C.G.; MURAMOTO. S.P.; KRZYZANOWISKI1. A.A.; ALMEIDA. W.P.; SAAB, O.J.G.A. **Efeito de extratos aquosos de espécies vegetais sobre a multiplicação de *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.78, n.4, p.553-556. 2011.

GONCALVES, F.J.T. et al. **Atividade antagonista do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood.** Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s**, v. 18, n. 1, p. 149- 156, 2016.

GOODLAND, R. J. A. **Plants of the Cerrado vegetation of Brasil**. Phypathology**,** 1970.

LOPES, E.A et al. **Efeito dos extratos aquosos de Mucuna preta e de Manjericão sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica.*** São Paulo: Nematologia Brasileira, v.29, n. 1, p. 67-74, 2005.

BORGES, D. F. et al. **Substâncias de origem vegetal e seu potencial para controlar fitonematoides,** pp.227-262, 2017. In: LOPES, E.A. et.al. A Química na Produção Vegetal. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 399p.

MACIEL, M.A. et al. **Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares**. Química Nova, v.25, n.3, p.429-38, 2002.

MACHADO, R. M. A. et al. **Avaliação de óleos essenciais sobre o crescimento in vitro do fungo *Colletotrichum gloeosporioides***. Biológicas & Saúde, v. 3, n. 8, 2013.

MARTINELLI, G; MORAES, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil – Plantas Raras do Cerrado.** Rio de Janeiro. Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro: CNCFlora, 2014, 320 p.

MARQUES, Á. A. et al. **Atividade Nematicida do óleo essencial da polpa de Pequi (*Caryocar brasiliense*) no controle de *Meloidogyne javanica***. 2020. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2020.

MENDONÇA, R.C. et al. **Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies. Cerrado: ecologia e flora.** Brasília: Embrapa Cerrados, v. 2, p. 423-1279, 2008.

MMA (2017). O bioma cerrado. Brasília: Ministério do meio-ambiente. Disponível em http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado.acesso em: 15/07/2020.

MOREIRA, F.J.C., SANTOS, C.D.G., INNECCO, R., SILVA, G.S. **Controle alternativo de nematoide das galhas (Meloidogyne incognita) raça 2, com óleos essenciais em solo.** Summa Phytopathologica, v.41, n.3, p.207-213, 2015.

MORAIS, L. A. S. de. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais**. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 2, 2009.

MYERS, N. MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for consevation priorities**. Nature, v.403, p.853-858, 2000.

NANDAKUMAR, A.; VAGANAN, M. M.; SUNDARARAJU, P; UDAYAKUMAR, R. **Nematicidal activity of aqeous leaf extracts of *Datura metel, Datura inoxia* and *Brugmansia suaveolens***. American Journal of Entomology, 2017.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; GIARETTA, R.D.; FABRY, C.F.S.; COUTINHO, M.M.; DHINGRA, O.D.; FERRAZ. S.; DEMUNER, D.J. **Atividade de extrato de alho (*Allium sativum*), mostrada (*Brassica campestris*) e pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica***. Nematologia Brasileira, v.29, n.2, p.273-278, 2005.

OKA, Y. et al. **Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode**. Nematology, v. 90, n. 07, p. 710-715, 2000.

ORSNTEIN, L. Disc electrophoresis. I. Background and Theory. **Annals of the New York Academy of Sciences.** n.121, p.321-349, 1964.

PINHEIRO, J.B.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F. DE; AGUIAR, F.M. **Ocorrência e manejo de nematoides na cultura do Jiló e Berinjela**. Embrapa Hortaliças, 08p., 2013. Http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84778/1/ct-125.pdf. 16 Jul. 2020.

RATTER, J.A; RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. **The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity.** Annals of Botany, 1997.

RENČO, MAREK et al. **Plants as natural sources of nematicides. Nematodes: Comparative Genomics, Disease Management and Ecological Importance. Chapter: Plants as Natural Sources of Nematicides (Lee M. Davis, ed.)**. NOVA Science publisher**,** New York, p. 115-141, 2014.

SALGADO, S. M. et al. **Eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estádio de *Meloidogyne exigua* em óleos essenciais**. Nematologia Brasileira, v. 27, n. 01, p. 17-22, 2003.

TAYLOR, D.P.; Netscher, C. **An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica,** v.20, n.2, p.268-269, 1974. http://horizon.documentati on.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_06- 07 /08288.pdf. 01 Ago. 2020.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. **O Gênero *Copaifera L.*** Química nova, v.25, n.2, p.273-86, 2002.

CAPÍTULO 10

EL PROGRAMA NACIONAL DE EDUCACIÓN EN LA REFORMA AGRARIA (PRONERA) COMO PROMOTOR DEL DESARROLLO RURAL

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 25/10/2021

Raquel Buitrón Vuelta
Estudiante de Doctorado en la UNC – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
Doctorado-Sandwiche en la Universidad de Oregon, Estados Unidos
Integrante del Proyecto DATALUTA del NERA/UNESP/Brasil
ORCID: 0000-0001-5485-6873

Conceição Coutinho Melo
Estudiante de Doctorado en la UNC – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
Integrante del Proyecto DATALUTA del NERA/UNESP/Brasil
ORCID: 0000-0001-7758-3345

Camila Celistre Frota
Estudiante de Licenciatura en Educación del Campo
Docente del ITERRA/RS/Brasil
http://lattes.cnpq.br/8149286662035619

Lizane Lúcia de Souza
Funcionaria pública en FUNAI – Fundación Nacional del Indio, Brasil
Estudiante de Especialización en Estudios Amazónicos – Neaz/CEAM, UnB, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/9887691318292498

RESUMEN: En este trabajo será presentado el Programa Nacional de Educación en la Reforma Agraria (PRONERA). Su particularidad radica en su vínculo con los movimientos y organizaciones campesinas, indígenas y comunidades tradicionales en Brasil. Surgió en 1998 a partir de las luchas campesinas de los movimientos sociales, que reivindicaban políticas públicas de educación para el campo brasileño. Este Programa tiene como objetivo garantizar el acceso a la escolarización para jóvenes y adultos que viven en Acampamientos y Asentamientos de Reforma Agraria, financiando cursos desde la enseñanza básica hasta la posgraduación. Analizaremos el histórico del programa desde su origen hasta el año de 2018, y el rol que tuvieron estos actores sociales colectivos (movimientos campesinos, sindicales rurales, instituciones de enseñanza y el Estado), en un proceso lleno de tensiones, conquistas y desafíos desde su surgimiento hasta el momento actual. Como se dio la participación social en una política pública, y cuáles son las lecciones que se aprehenden de este proceso.

PALABRAS CLAVE: Movimientos campesinos, Brasil, Educación del Campo, Política Pública.

PROGRAMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO NA REFORMA AGRÁRIA (PRONERA) COMO PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL

RESUMO: Neste trabalho será apresentado o Programa Nacional de Educação na Reforma Agraria (PRONERA). Sua particularidade radica no seu vínculo com os movimentos e organizações camponesas, indígenas e tradicionais no Brasil. Surgiu em 1998 a partir das lutas camponesas dos movimentos sociais, que reivindicavam políticas públicas de educação para o campo brasileiro. Este Programa visa garantir o acesso à escolaridade de jovens e adultos residentes

em Acampamentos e Assentamentos de Reforma Agrária, financiando cursos que vão da educação básica até a pós-graduação. Analisaremos o histórico do programa desde sua origem até 2018, e o papel desempenhado por esses atores sociais coletivos (movimentos camponeses, sindicatos rurais, instituições de ensino e o Estado), em um processo repleto de tensões, conquistas e desafios desde seu surgimento até o momento atual. Como ocorreu a participação social em uma política pública, e quais são as lições que são compreendidas desse processo.
PALAVRAS-CHAVE: Movimentos camponeses, Brasil, Educação de Campo, Políticas Públicas.

1 I INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como objetivo analizar el Programa Nacional de Educación en la Reforma Agraria - PRONERA, política pública del Gobierno Federal administrado por el Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA), una autarquía vinculada al Ministerio de Agricultura Ganadería y Suministro - MAPA.

Los objetivos del Programa son esencialmente proporcionar educación formal a los jóvenes y adultos que son beneficiarios del Plan Nacional para la Reforma Agraria (PNRA), en todos los niveles de educación y áreas de conocimiento; mejorar las condiciones de acceso a la educación pública en el PNRA; y proporcionar mejoras en el desarrollo de los asentamientos rurales a través de la formación y cualificación del público y los profesionales del PNRA que desarrollan actividades educativas y técnicas en los asentamientos.

Según Vuelta (2016), el arreglo institucional del Pronera consiste en una tríade participativa:

> **1. Movimientos sociales y sindicales rurales**, que presentan las demandas de cursos necesarios en las zonas rurales y representan a los alumnos de los cursos;
>
> **2. Instituciones de Enseñanza**, que ofrecen los cursos a los trabajadores rurales asumiendo la responsabilidad de la estructura pedagógica y física, tales como matrices curriculares, profesores, aulas/clases, bibliotecas, alojamientos, laboratorios, etc.;
>
> **3. INCRA (Estado)**, que financia la realización de los cursos a través de la transferencia de los valores necesarios para la implementación de los cursos en las Instituciones Educativas.

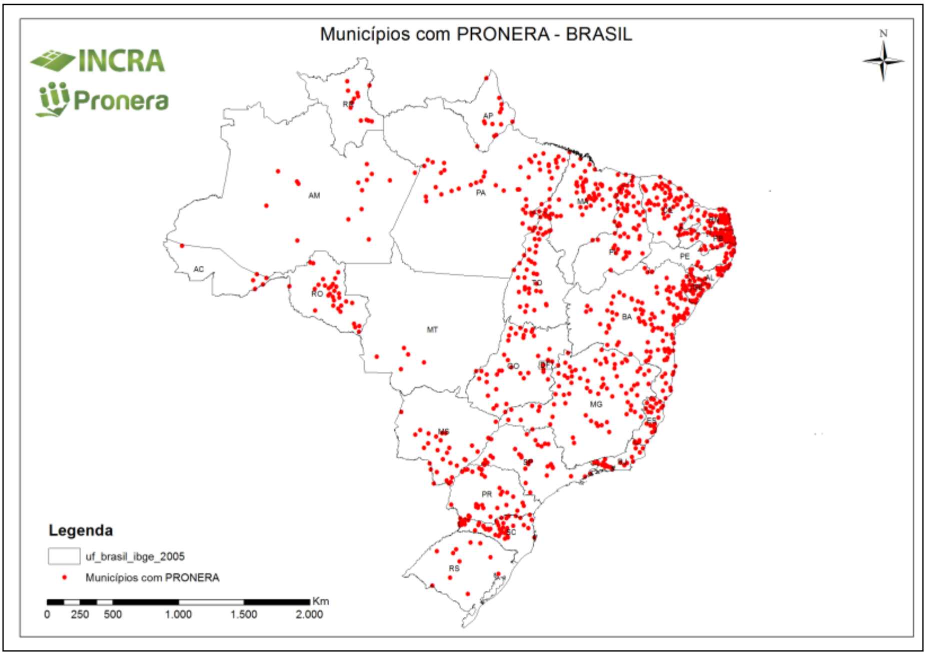


Figura 01 - Cursos PRONERA por municipio de realización (1998-2015).

Fuente: PRONERA (2016).

En 21 años de existencia (1998-2019), el Programa ha formado más de 185.400 (ciento ochenta y cinco mil) trabajadores y trabajadores rurales de áreas de Reforma Agraria. Fueron realizados 526 (quinientos y veintiséis) cursos en asociación con más de 90 (noventa) instituciones educativas en todo el país, en 913 (novecientos trece) municipios en todas las regiones de Brasil, como se indica en la siguiente figura.

Hay una gran diversidad de cursos, instituciones educativas y movimientos sociales y sindicales rurales, que reflejan la importancia de esta política pública. Según la investigación de la Encuesta Nacional de Educación en Reforma Agraria (II PNERA) – algunos de los cursos ya ofrecidos por PRONERA fueron: Alfabetización y Escolarización en la Modalidad EJA (Educación Juvenil y de Adultos); Nivel Medio en Magisterio; Nivel Medio Técnico en Agricultura, Agroecología, Agroindustria, Salud Comunitaria y Enfermería; Técnico Integrado de Nivel Medio en Agricultura, Agroindustria, Agricultura, Agricultura, Agroindustria y Ciencias Animales; Educación superior en: Agronomía, Pedagogía de la Tierra, Historia, Grado en Pedagogía, Medicina Veterinaria, Derecho, Ciencias Sociales, Trabajo Social; e Especialización en Agricultura Familiar Campesina y Educación de Campo; entre otros. A modo de ejemplo, algunos de estos movimientos sociales y sindicales ya han sido socios de PRONERA: Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra (MST), Asociación de Hogares de Familia Rural de Pará (ARCAFAR), Asociación de Trabajadores Rurales de Oriximiná/PA, Cooperativa de Pequeños Productores y Agroecólogos del Sur de Bahía,

Familia Agrícola Escolar del Padre Bernardo/GO, Movimiento de Pequeños Agricultores, Pastoral de la Juventud Rural, Confederación Nacional de Trabajadores de la Agricultura (CONTAG).

Algunas de las Instituciones Educativas que ya se han asociado con el PRONERA para ofrecer cursos para trabajadores rurales fueron: Universidad Federal de Pará (UFPA), Universidad Estatal de Ceará (UEC), Universidad Rural Federal de Pernambuco (UFRPE), Universidad Federal de Goiás (UFG), Universidad del Estado de Bahía (UNEB), Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidad Federal de Viçosa (UFMG) , Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ), Universidad Federal de Acre (UFAC), Universidad de Sao Paulo (USP), entre muchas otras instituciones educativas que ya han ofrecido cursos a través del PRONERA.

2 | CONTEXTO HISTÓRICO

La educación en las zonas rurales de Brasil tenía como objetivo principal mecanizar el campo y así "modernizar" al campesino, rebajando su cultura, vista como un ejemplo de retraso. La educación rural, por lo tanto, reforzó una imagen negativa de los campesinos y de su estilo de vida, animándolos a abandonar el campo, buscando la ascensión social en los centros urbanos. Aunque esta es una tendencia predominante a lo largo de la historia de la educación rural, otras perspectivas surgieron a partir de los finales de la década de 1950 (FREITAS, 2011).

Esta nueva visión, más crítica, desarrollada y mejorada por las iniciativas populares culminó con la creación de PRONERA. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un breve abordaje histórico-político de Brasil a partir de este período.

A principios de la década de 1960, el debate en torno a la reforma agraria influirá algunas propuestas pedagógicas, principalmente para la educación de adultos, dirigidas a los sectores populares tanto de la ciudad como del campo, creando así la concepción de la educación popular.

En esta época, el educador Paulo Freire coordinaba el Programa Nacional de Alfabetización – durante el mandato del Presidente Joao Goulart – a través del método de alfabetización para adultos que él mismo desarrolló.

Silva (2006) describe brevemente los movimientos y organizaciones importantes en la construcción de propuestas pedagógicas. Esas propuestas, en su mayor parte, tenían como referencia el "método Paulo Freire", que influyó directamente en el debate sobre la educación rural antes del golpe militar de 1964:

> La movilización de la sociedad brasileña en defensa de la escuela encontró en esas ideas fundamentos para sus propuestas y espacio para la formulación de movimientos pedagógicos y sociales que con sus acciones demarcaron una nueva perspectiva y contribuyeron en trabajos posteriores en el campo de la educación popular, nos gustaría por lo tanto destacar los siguientes

> movimientos y organizaciones: ***movimientos*** de educación popular (MCP, CPC, la campaña De Pie en el Suelo también se aprende a leer, MEB); ***Movimientos*** de Acción Católica (JAC, JEC, JIC, JOC y JUC) y Acción Popular; ***movimientos sociales del campo*** (Liga Campesina, Ultab, Master) (Silva, 2006, p. 70, traducción nuestra).[1]

Con el golpe militar de 1964 llegó la represión y, como consecuencia, la desarticulación de los movimientos sociales. Los líderes y educadores involucrados con la educación popular fueron perseguidos y exiliados, como fue el caso del educador Paulo Freire. El Programa de Alfabetización que el coordinaba, se convirtió en el Movimiento Brasileño de Alfabetización – MOBRAL, que muy poco se asemejaba a su método pedagógico.

A pesar de la coyuntura impuesta por la dictadura, algunos focos de resistencia que influyeron en la educación en las zonas rurales se mantuvieron por medio de los movimientos progresistas de la Iglesia Católica que reiniciaron la articulación, la formación de liderazgo y la organización de base en las comunidades. Silva (2006) destaca como espacios de resistencia en este período: las Organizaciones de la Iglesia (Comunidades Eclesiales Básicas - CEBs y la Comisión de Pastoral de la Tierra - CPT), el movimiento sindical rural (Confederación Nacional de Trabajadores Agrícolas - Contag) y la Pedagogía de la Alternancia.

A partir de esto, surgieron grandes manifestaciones populares en la década de 1970 que reivindicaban el fin de la Dictadura Militar y la constitución de un Estado Democrático de Derecho, resultado de la crisis social provocada por la represión y la concentración de la propiedad de la tierra durante el régimen autoritario.

Varios agentes sociales, como los sindicatos, las Comisiones Pastorales de Base, las asociaciones de residentes, los estudiantes, etc., se dieron a la calle para luchar por sus derechos. Según Telles (2008) y Dagnino (1994), los movimientos sociales surgieron con fuerza en este período y fueron vistos como organizaciones que estaban inaugurando nuevas dinámicas políticas, nuevas instituciones con significado social, trayendo nuevos discursos, reflejo de nuevas formas de conflicto y sociabilidad.

Para Avritzer (2010) fueron introducidos conceptos como la democracia deliberativa o el empoderamiento, los estudios sobre participación y el acceso a los bienes públicos. El autor señala que los consejos organizadores de políticas sociales son aquellos que cuentan con la participación de la sociedad civil organizada, con las características que surgieron de las acciones del movimiento de la sociedad civil, que fueron expresadas cuando se elaboró la Constitución Federal, promulgada en 1988, y se articulan con otras políticas participativas estatales y municipales. (Avritzer, 2010).

El mismo autor enseña que el elemento innovador en este período de transición democrática fue la creación de nuevos espacios para la argumentación deliberativa, pues

1 Movimiento cultural popular (MCP); Centros Populares de Cultura (CPC); Movimiento de Educación Básica (MEB); Juventud Católica Agraria (JAC); Juventud Estudiantil Católica (JEC); Juventud Católica Independiente (JIC); Juventud Joven Otona Católica (JOC), Juventud Universitaria Católica (JUC); Unión de Agricultores y Trabajadores Agrícolas del Brasil (ULTAB); Movimiento de Agricultores Sin Tierra (MASTER). (MELO, 2016)

surgieron organizaciones sociales y mecanismos institucionales más allá del voto popular que ampliaron la participación política de todos, por medio del diálogo y la argumentación de estos diferentes intereses existentes en una sociedad multicultural. Como el Estado no dispone de suficiente información para tomar decisiones para el bien común, los nuevos agentes sociales aportaban información que eran debatidas y construidas de un modo colectivo. En las palabras del autor "Surge la emergencia de una pluralidad de discursos no necesariamente expresados por el medio electoral". (Avritzer, 2007).

Se observa que el cambio se produce en el paradigma de integración de prácticas participativas no institucionalizadas, tales como, audiencias públicas, conferencias, consejos, gestión colectiva de las políticas públicas, presupuesto participativo, etc., con prácticas participativas institucionalizadas, como las elecciones, por ejemplo. Es decir, el ejercicio democrático debe ser practicado constantemente, no sólo en algunos momentos específicos.

Fue en ese contexto de las décadas de los 80 y 90 que ocurrieron, con frecuencia cada ver mayor, ocupaciones de tierras, y la reanudación del debate y de la presión para la Reforma Agraria. Así, los campesinos se organizan en movimientos sociales del campo, como el Movimiento de los Trabajadores Rurales Sin Tierra - MST, la Confederación Nacional de Trabajadores Agrícolas - CONTAG, y la Comisión Pastoral de la Tierra - CPT, hicieron marchas, ocupaciones, manifestaciones, como forma de luchar por sus derechos. Reivindicaban el derecho a tierra para tener condiciones dignas de vida y ciudadanía.

Es precisamente en este período que los movimientos sociales del campo resurgen con fuerza como sujetos que reivindican políticas públicas para el campo. Sousa Junior (2008a) define los movimientos sociales como sujetos colectivos de derechos, que saben auto organizarse y auto determinarse, en busca de la transformación social. Aportan nuevas formas de luchar por los derechos, ya que las movilizaciones de las clases populares con nuevas prácticas políticas, organizadas en movimientos sociales, son nuevos actores en el escenario político.

El Profesor Sousa Junior (2008a) afirma que son en las reivindicaciones y demandas sociales que emergen identidades colectivas que se afirman los derechos de los trabajadores rurales. En la lucha por los derechos, existe un carácter colectivo del sujeto de los derechos. La carencia por la que pasan los campesinos, como grupo social, hace con que ellos reivindiquen el derecho a la tierra y a las políticas públicas. Esta carencia es vista como la negación de un derecho, lo que resulta en una lucha por conquistar estos derechos por medio agrupaciones colectivas, que son los movimientos sociales.

Para Gohn (2008), algunos de estos movimientos sociales empezaron a participar como nuevos sujetos en la escena política sin intermediarios, con poder propio. Son organizaciones democráticas que se construyeron a partir de la base, es decir, de la organización de las demandas de las comunidades. Estos movimientos, organizados a partir de la resistencia contra el régimen militar, adquieren un importante papel en la

transición política del sistema de gobierno y continúan a ejercer función política hasta el día de hoy.

La lucha por la tierra en Brasil, por ejemplo, se reanuda especialmente entre el período comprendido entre los años de 1979 a 1984, demuestra la organización de la base citada por el autor, habiendo sido construida por medio de ocupaciones y campamentos, realizados principalmente en el estado de Río Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Sao Paulo y Mato Grosso do Sul, culminando en la fundación del MST en 1984.

Al mismo tiempo que ocurre la lucha por la tierra y por otras demandas sociales, la educación popular se establece como una de las concepciones de educación del pueblo, con avances en la elaboración pedagógica y prácticas educativas. En este proceso, existe el reconocimiento de la educación formal como un derecho, y la escuela pasa a ser considerada un espacio importante de disputa de hegemonía y de resistencia (PALUDO, 2012).

En la década de 1990, por lo tanto, los movimientos sociales del campo acumulan ideas acerca de la estructura de la educación en el campo e inician un movimiento hacia una nueva forma de educar, en la que los sujetos del campo sean participantes en el proceso de aprendizaje, con currículos adecuados a la realidad rural. Surge, así, el movimiento a favor de una educación diferente a la que se llevaba a cabo en las zonas rurales.

Por lo tanto, surge una articulación social en torno de una educación que valoriza la cultura campesina, su autonomía y especificidades, es decir, una educación que no es apenas una transferencia de los contenidos de la ciudad al campo, sino que sea una educación del campo. De esta forma, Caldart, 2004 menciona lo siguiente:

> La Educación del Campo nació pegada al trabajo y la a cultura del campo. Y no puede perder esto en su proyecto, pues la lectura de los procesos productivos y de los procesos culturales formadores (o deformadores) de los sujetos del campo es una tarea fundamental de la construcción del proyecto político y pedagógico de la Educación del Campo. El trabajo forma/produce al ser humano. La Educación de Campo necesita recuperar toda una tradición pedagógica de valorización del trabajo como principio educativo, de comprensión del vínculo entre la educación y la producción [...] (CALDART, 2004, p.32, traducción nuestra).

En este sentido, la lucha por la reforma agraria y la educación sobre del campo, a partir de mediados de la década de 1990, gira en torno de reivindicaciones que van más allá de la tierra y la escolarización. Lo que crea las pautas, en otras palabras, es la búsqueda por justicia social, redistribución y reconocimiento de los pueblos del campo.

> En la década de 1990, por tanto, los movimientos sociales del campo acumularon ideas sobra la estructura de la educación del campo e inician una movilización a una nueva forma de hacer educación, en la cual los sujetos del campo sean participantes del proceso de aprendizaje, con currículos adecuados a la realidad rural. Surgió, así, el movimiento hacia la educación diferente de la que estaba siendo realizada em las áreas rurales. (Melo, 201, p.57, traducción nuestra).

Destacamos aquí la materialización del derecho a la Educación de Campo en Brasil a partir de la experiencia de PRONERA. Esta política tiene en sus principios y objetivos atender a las especificidades de las poblaciones del campo, que históricamente fueron constituidoras de colectivos hechos desiguales no sólo en el contexto de diferencias económicas, pero también en la dimensión del no reconocimiento de derechos, como por ejemplo, el derecho a una educación específica.

Entretanto, hubo grandes luchas para que se llegase a la creación de PRONERA, teniendo en vista que el período estuvo marcado por violencia y asesinatos. En agosto de 1995, 12 personas fueron muertas en Rondonia, en el episodio conocido como “La Masacre de Corumbiara”. Meses después, el 17 de abril de 1996, 19 campesinos fueron asesinados en la masacre de Eldorado de Carajás3, hecho que repercutió con gran expresión en la coyuntura nacional e internacional. Este episodio llevó al gobierno del presidente Fernando Henrique Cardoso a crear el Ministerio Extraordinario de Política de Tierras, nombrando a Raúl Jungmann ministro.

Un año después de la masacre de Eldorado, el MST organiza la Marcha Nacional por Empleo y Justicia, con más de mil trabajadores sin tierra. Jungmann, en un intento de encaminar soluciones y minimizar las repercusiones negativas de las masacres, convoca al Consejo de Rectores de las Universidades Brasileñas (CRUB) para, junto con el gobierno, pensar y proponer acciones para la reforma agraria.

Después de algunas reuniones entre el ministro y la presidencia del CRUB, fue articulado el Foro de las Instituciones de Educación Superior en apoyo a la Reforma Agraria. La primera asociación fue la realización del Censo Nacional de los Proyectos de Asentamiento de la Reforma Agraria en Brasil, realizado por las universidades a partir de un convenio con el Incra. El CRUB cuantificó las familias asentadas hasta el 31 de octubre de 1996 (Molina, 2003) y reveló que los índices de escolarización en los asentamientos eran extremadamente bajos (Jesus; Molina, 2010).

El paso siguiente, a través de la realización del II Foro de las Instituciones de Educación Superior en Apoyo a la Reforma Agraria, fue la propuesta de participación de las universidades en los trabajos de asistencia técnica, a través del Proyecto Lumiar, creado en 1997.

Y así, en 1997 se realizó el I Encuentro Nacional de Educadores y Educadores de la Reforma Agraria - I ENERA. Esta reunión fue promovida por el Grupo de Trabajo de Apoyo a la Reforma Agraria de la Universidad de Brasilia - GT/UnB, Sector Educativo del MST (Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra), teniendo el apoyo de la UNICEF (Fundación de las Naciones Unidas para la Infancia), del Fondo de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Conferencia Nacional de los Obispos de Brasil (CNBB). Además de los trabajadores rurales, el ENERA contó con la participación de más de veinte Universidades brasileñas. Se presentaron las experiencias ya desenvueltas por las universidades en el ámbito de la educación en la Reforma Agraria, fruto de la gran

demanda de los movimientos sociales para la educación en el ámbito rural. Hasta entonces no había una política pública específica en el Plan Nacional de Educación, resultando en una situación deficiente de oferta educativa en el campo brasileño.

En la I ENERA, se creó una Comisión para presentar al III Foro de Instituciones de Educación Superior en apoyo de la reforma agraria (noviembre de 1997), una propuesta de educación para el Ministerio Extraordinario de Política de Tierra – MEPF, INCRA y CRUB. Esta Comisión demando al gobierno federal un Programa que atendiese las necesidades educativas en las zonas rurales.

Al año siguiente, en Luziania (GO), estos mismos actores sociales promovieron la 1a Conferencia Nacional para una Educación Básica del Campo, y a partir de esta conferencia se comenzó la Articulación Nacional para una Educación Básica del Campo. La Conferencia fue precedida por 20 reuniones estatales, y además del texto básico para los debates, se elaboró un documento final que definía los objetivos de esta articulación nacional:

> Movilizar a los pueblos del campo para conquistar/construir políticas públicas en el área de la educación y, principalmente, de la educación básica [...]; contribuir en la reflexión político-pedagógica de una educación básica del campo, partiendo de las prácticas ya existentes y proyectando nuevas posibilidades (Arroyo; Fernandes, 1999, p.51, traducción nuestra).

Esta acumulación de acciones, discusiones, articulaciones, combinada con el apoyo de la sociedad a la Reforma Agraria, condujo a la creación de PRONERA, a través de la Ordenanza Nº 10 del 16 de abril de 1998, del Ministerio Extraordinario de Política de la Tierra, siendo ejecutada por Incra.

> Cabe destacar, en esta historia de PRONERA, la forma en que se construyó. Los objetivos, principios básicos y los modos teóricos-metodológicos discutidos en varias reuniones que tuvieron lugar en la Universidad de Brasilia, y que contaban con la participación de los representantes de las universidades que componían la Comisión Pedagógica, de los integrantes del Sector Nacional de la Educación del Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra y de miembros de la Confederación Nacional de Trabajadores Rurales en Agricultura, Contag. La participación de los movimientos sociales en la elaboración del Programa fue muy significativa y trajo importantes contribuciones para el Estado, que históricamente había estado menospreciando las demandas y las especificidades educacionales del campo. (Molina, 2003, p. 55, traducción nuestra).

Se puede considerar que esto fue un divisor de aguas entre la obsoleta educación rural y la nueva forma de pensar sobre la educación, que surgió como resultado de la lucha social llamada Educación del Campo. Fernandes y Molina (2004) consideran que el origen de la educación rural se basa en el pensamiento latifundista empresarial, asistencialista y de control político sobre la tierra y las personas que en ella viven. Los autores ponderan que el movimiento por una Educación de Campo es contrario a esta visión arcaica de la educación, porque concibe el campo como un espacio de vida y resistencia, de lucha por el acceso y la permanencia en la tierra que garantiza un modus vivendi que respeta las diferencias de las

relaciones sociales, trabajo, cultura y relación con la naturaleza. (Fernandes; Molina, 2004). Según con Caldart (2008), "por nuestro referencial teórico, el concepto de Educación del Campo tiene raíz en su materialidad de origen y en el movimiento histórico de la realidad al que se refiere. [...]. La materialidad de origen (o de raíz) de la Educación del Campo requiere que ella sea pensada/trabajada en la tríada: Campo - Política Pública – Educación" (Caldart, 2008, p.69 – 70, traducción nuestra).

Como resultado de la gran presión social de ese período, impulsada tras la Masacre del Eldorado dos Carajás, una de las medidas adoptadas por el Gobierno Federal fue la creación de PRONERA el día 16 de abril de 1998, a través de la Ordenanza No 10/98, del entonces Ministerio Extraordinario de Política De Tierras y luego complementada por la Ley No 11.947 de 16/06/2009 y por el Decreto Presidencial No 7. 352 de 04/11/2010, artículo. 2, que regula los Principios de la Educación del Campo.

Este fue el comienzo de una nueva forma de construir políticas públicas en el ámbito de la educación para las zonas rurales. Así, el Estado comenzó a reconocer la diversidad existente en el campo brasileño, específicamente en el área de la Educación. La conquista de este programa de educación específico para los beneficiarios de la reforma agraria fue el primero de muchas que se han logrado a lo largo de estos 22 años.

En el ámbito rural hay intereses de los diferentes actores sociales que no son homogéneos. Hay una desigualdad que ocurre debido a contradicciones relacionadas a la Cuestión Agraria Brasileña[4]. Hay dos proyectos de desarrollo opuestos que tienen sus propias ideologías, defienden los intereses de clases y disputan la hegemonía en la sociedad: la agroindustria (modelo hegemónico) frente a la agricultura familiar y campesina (modelo contra hegemónico). El PRONERA surge de la presión de los actores de este último modelo: la Agricultura Familiar y Campesina.

Siendo así, se puede afirmar que el surgimiento del PRONERA se inserta en el contexto de la evaluación de Ivanete Boschetti (2009), según la cual, las políticas públicas son el resultado de relaciones históricas y contradictorias entre el Estado y la sociedad en la construcción de los derechos y democracia. Para la autora, el surgimiento de una política social se deriva de las complejas y contradictorias relaciones entre el Estado y las clases sociales en cada contexto histórico.

Por lo tanto, para entender el origen de una política pública, Boschetti (2009) señala que es fundamental situar el surgimiento de esta en un contexto histórico, cuáles fueron las cuestiones sociales que determinaron su origen. Por lo tanto, de acuerdo con lo explicado durante la contextualización, el PRONERA surge de la presión social de una determinada clase social, de los trabajadores rurales, organizados en movimientos sociales y sindicales.

En ese sentido, Vuelta (2016) señala que las políticas públicas deben ser gestionadas, acompañadas y monitoreadas por la población (participación social), teniendo como base el control social de los programas públicos. Pues el espacio público es una construcción social e histórica en la relación entre Estado y sociedad, y por ello con contradicciones y

conflictos.

3 I PRONERA COMO PROMOTOR DEL DESARROLLO RURAL

En este apartado, queremos traer algunos datos que muestran la importancia de este Programa, resultado de la demanda de los movimientos campesinos.

Según el Informe DATALUTA – Base de Datos de Lucha por la Tierra, hasta el año de 2018 existían en Brasil 9.451 Proyectos de Asentamientos (PAs), siendo que la mayoría de ellos se concentran en las regiones noreste y norte del país, con un total de 6.493 PAs (68,7 %), beneficiando a 861.851 familias (77%).

Región	No. de los PAs	Superficie (ha)	Familias	% de Familias	% de área (ha)
Norte	2.163	61.137.402	504.073	45,0%	74,53%
Noreste	4.330	10.468.295	357.778	31,9%	12,76%
Centro-Oeste	1.264	8.018.496	162.700	14,5%	9,77%
Sureste	857	1.583.495	56.232	5,0%	1,93%
Sur	837	827.923	40.192	3,6%	1,01%
Total	9.451	82.035.611	1.120.975	100 %	100 %

Cuadro 1 : Datos de PAs en Brasil (Número, área y familias beneficiadas).

Fuente: DATALUTA, 2018.

Se observa paralelamente los altos índices de alfabetismo rural, los cuales revelan que entre 14% y 18% de la populación rural, en las regiones Centro-Oeste, Noreste y Norte todavía son analfabetos, regiones estas donde se sitúan la grande mayoría de los asentamientos de la Reforma Agraria (IBGE, 2010). Noreste y Norte siguen siendo analfabetas, regiones donde se encuentran la gran mayoría de los asentamientos de Reforma Agraria (IBGE, 2010).

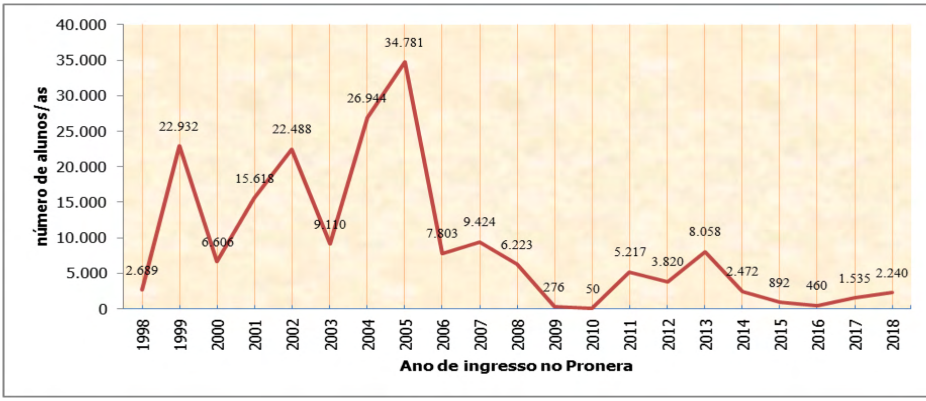
Así, la Reforma Agraria en Brasil es una necesidad histórica fundamental considerando, entre otros factores: la distribución desigual de las tierras, la creciente concentración de tierras en manos de grandes grupos económicos y la sobre explotación de la fuerza laboral que ha generado situaciones similares a la esclavitud. Por lo tanto, la Reforma Agraria no puede ser tratada como una política compensatoria.

Por lo tanto, es evidente que el establecimiento de Proyectos de Asentamiento no siempre fue acompañado por propuestas de desenvolvimiento, a fin de garantizar el establecimiento y consolidación de procesos productivos. A esto hay que añadir algunos vectores de conflictos, tales como: grandes obras de infraestructura, avance del agronegocio y minería, que des-territorializan comunidades enteras.

Teniendo en cuenta de lo expuesto, se comprende que una de las principales formas

de contribuir al desenvolvimiento de los asentamientos es a través del acceso al derecho universal a la educación en todos los niveles.

De esta forma, se observa en la figura 02, el número de estudiantes que anualmente ingresan en el programa:



Fuente: INCRA, 2019. Elaboración: autores.



Figura 02 – Número de estudiantes ingresados anualmente (1998-2018).

Fuente: INCRA, 2018

En 2019, según la página oficial del Incra, el PRONERA permitió la participación de 191.694 estudiantes en 529 cursos ofrecidos a lo largo de 21 años de existencia.

4 I CONSIDERACIONES FINALES

Por lo expuesto en el presente artículo, se concluye que los cursos realizados a través del PRONERA hasta 2018 promovieron el acceso a la educación de diversas personas, elevando el nivel de escolaridad del público de la Reforma Agraria. Se resalta que en el medio rural la educación todavía necesita ser democratizada a través de la generación de una enseñanza de calidad, donde los conocimientos locales sean valorizados y vayan más allá de eso: para que tanto los conocimientos populares como el conocimiento universal

sean compartidos y estudiados de forma crítica, en los que las personas se apropien, decidan y transformen la realidad de la comunidad donde viven.

Siendo así, se refuerza la importancia de la continuidad y manutención del PRONERA para que los datos relativos al aumento del nivel de escolaridad puedan avanzar y os niveles de analfabetismo para el público de la Reforma Agraria disminuyan gradualmente hasta su erradicación.

Conforme pudimos ir analizando en el transcurso de este artículo, el Pronera nace y crece por demanda y presión de los movimientos socioterritoriales campesinos. Surgiendo paralelamente a la Educación del Campo, la cual supera los paradigmas estipulados por la educación rural, al poner como protagonistas a los movimientos sociales. Así, la participación social se materializa dentro del Estado, ocupando un espacio democráticamente construido a lo largo de los años.

Teniendo en vista todo el histórico relativo a la Reforma Agraria, así como la reglamentación legal discutidas a lo largo del presente trabajo, se resalta la importancia del papel esencial que tuvieron los movimientos campesinos en la creación y consolidación de políticas públicas para el campo. Cuando el Estado es obligado a reconocer la diversidad existente en el campo brasileño, y construye diferentes mecanismos de participación social en los programas gubernamentales, se da un paso más hacia la consolidación de la democracia en Brasil.

REFERENCIAS

Arroyo, M. G; Fernandes, B. M. (1999). "**A educação básica e o movimento social do campo**". Coleção por uma educação básica do campo, n 2. Brasília, DF: Articulação nacional por uma educação básica do campo.

Avritzer, L. (2007) "**Sociedade Civil, Instituições Participativas e Representação: Da Autorização à Legitimidade da Ação**". DADOS – *Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, Vol. 50, no 3, 2007, pp. 443 a 464.

Avritzer, L. (2010). "**O Papel da Participação nas Políticas Sociais do Governo Federal**". Em: Silva, F. S. E, Lopez, F. G. e Pires, R. R C. (orgs). *Estado, Instituições e Democracia*: democracia - Volume 2 / Brasília.

Boschetti, I. (2009). "**Avaliação de Políticas, programas e projetos sociais**". In: CFESS; ABEPSS. (Org.). Serviço Social: Direitos Sociais e Competências Profissionais. 1ed.Brasília: CFESS, v. 1, p. 575-592.

Caldart, R. S. (2004). "**Elementos para a construção de um projeto político e pedagógico da Educação do Campo"**. In: Molina, M. C; Azevedo de Jesus, S. M. S. (org.). "Por uma Educação do Campo: contribuições para a construção de um projeto de Educação do Campo". Brasília: Articulação Nacional "Por uma educação do Campo".

Caldart, R. S. (2008). "**Sobre Educação do Campo**". In: S. C. (org.). Educação do Campo: campo-políticas públicas – educação. Brasília: Incra/MDA.

Dagnino, E. (1994). “**Os Movimentos Sociais e a Emergência de uma Nova Noção de Cidadania**”. In: Evelina Dagnino”. (Org.). Os Anos 90: Política e Sociedade no Brasil. S. Paulo: Brasiliense, p. 103-115.

DIEESE. (2011). Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Disponível em: http://www.dieese.org.br/. Brasília: 2011.

Freitas, H. C. A. (2011). “**Rumos da Educação do Campo**” Em Aberto, Brasília, v. 24, n. 85, p. 35-49, abr. 2011.

Garske, L. M. N.; Cunha, É. V. R. (2012). “**Educação do Campo: intencionalidades políticas e pedagógicas**”. Cuiabá: edUFMT.

Gohn, M. G. (2008). “**Movimentos sociais no início do Século XXI: antigos e novos atores sociais”.** Petrópolis/RJ: Vozes, 2008.

IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ home/estatistica/populacao/condicaodevida/ indicadoresminimos/htm>. Brasília.

INCRA (2015). Instituto de Colonização e Reforma Agrária. “**2° PNERA, Pesquisa Nacional de Educação da Reforma Agrária**”. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/pronera/pnera2pesquisaeducareformaagraria.pdf. Brasília.

Molina, M. C. (2003). “**A Contribuição do Pronera na construção de Políticas Públicas de Educação do Campo e Desenvolvimento Sustentável**”. 2003. 282 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

Melo, C. (2016). “**O curso Técnico em Cooperativismo realizado através do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (Pronera): uma análise baseada na Abordagem das Capacitações**”. Mestrado em Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). file:///C:/Users/conceicao/Downloads/001055149%20(1).pdf.

Molina, M. C.. Fernandes, B. M. In: Molina, M. C; Azevedo J. S. M. S. (org.). (2004). “**Por uma Educação do Campo: contribuições para a construção de um projeto de Educação do Campo**”. Brasília: Articulação Nacional “Por uma educação do Campo”.

Oliveira, L. M. T.; Campos, M. (2012). Educação Básica do Campo. In: Caldart, R. S. et al. (org.). “**Dicionário da Educação do Campo**”. Rio de Janeiro; São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; Expressão Popular.

Paludo, C. (2012). Educação Popular. In: Caldart, R. S. et al. (org.). “**Dicionário da Educação do Campo**”. Rio de Janeiro; São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; Expressão Popular.

Silva, M. do S. (2006). “**Da raiz à flor: produção pedagógica dos movimentos sociais e a escola do campo**”. In: Molina, M. C. (org.) Educação do Campo e Pesquisa – Questões para reflexão, MDA: Brasília.

Sousa Júnior, J. G. (2008a). “**Direito como Liberdade: o Direito Achado na Rua. Experiências Populares Emancipatórias de Criação do Direito**”. Programa de Pós Graduação em Direito, Faculdade de Direito, Universidade de Brasília – UNB. (Tese de Doctorado).

Telles, V. (2008). “**Direitos sociais. Afinal do que se Trata?”** Belo Horizonte, Ed. UFMG.

Vuelta, R. B. (2013). “**Pelo direito de estudar: A 1ª turma de Direito do PRONERA (Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária)**”. 159 f., il. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília, Unb, Brasília, Brasil.

Vuelta, R. B. (2016). “**A participação social na gestão de políticas públicas: o caso do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária – PRONERA**”. ENAP – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, Brasil.

CAPÍTULO 11

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS AGRICULTORES DE GUARANÁ ORGÂNICO DO ALTO URUPADÍ, MAUÉS – AM

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 07/12/2021

Cloves Farias Pereira
http://lattes.cnpq.br/2044866546851722
https://orcid.org/0000-0001-7928-2562

Sophia Kathleen da Silva Lopes
http://lattes.cnpq.br/2576660144627475

Lídia Letícia Lima Trindade
http://lattes.cnpq.br/2445885953642094

João Vitor Ribeiro Gomes Pereira
http://lattes.cnpq.br/9772256333470628

Sidney Viana Cad Junior
http://lattes.cnpq.br/3037677231066003

Eduarda Costa da Silva
http://lattes.cnpq.br/3869182312985100

Stephany Farias Cascaes
http://lattes.cnpq.br/7852567732240448
https://orcid.org/0000-0003-0186-2000

Orlanda da Conceição Machado Aguiar
http://lattes.cnpq.br/3541420000866094
https://orcid.org/0000-0002-4598-1282

Miquel Victor Batista Donegá
http://lattes.cnpq.br/1076744155979650
https://orcid.org/0000-0003-4904-5552

Suzy Cristina Pedroza da Silva
http://lattes.cnpq.br/7031927625197306
https://orcid.org/0000-0001-8256-7542

Luiz Antonio Nascimento de Souza
http://lattes.cnpq.br/5449046815569615
https://orcid.org/0000-0002-8940-345X

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe
http://lattes.cnpq.br/1464615574272190
https://orcid.org/0000-0001-9974-2140

RESUMO: Os produtos orgânicos possuem nichos de mercado e atendem a um segmento seleto de consumidores, que estão dispostos a pagar um preço maior por esses produtos. No entanto, na zona rural destaca-se diversas dificuldades para a inserção dos agricultores familiares no mercado de orgânicos, principalmente por falta de apoio técnico para o entendimento das legislações, decretos e normas para se obter a certificação. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização socioeconômica dos agricultores que hoje já se caracterizam como orgânicos. O estudo foi realizado no Alto Urupadí, no município de Maués no Amazonas, utilizando uma a abordagem descritiva, a partir do método Estudo de Caso em 5 comunidades tradicionais. Como principal resultado destaca-se a baixa ou inexistência dos serviços públicos na zona rural, como saneamento, habitação, energia elétrica, saúde e educação, que contribui para uma baixa qualidade de vida. Com relação aos aspectos produtivos, estas famílias dominam as técnicas tradicionais do guaraná selvagem que os tornam um diferencial associado à certificação orgânica. Utilizam o ciclo de cultivo entre o plantio, pousio e capoeira, demandando pouca ou nenhuma área de florestas primária, realizando uma agricultura de baixo impacto naquela região. Utilizam as florestas primarias como banco de germoplasma *in situ*, uma vez que os agricultores se deslocam até a floresta primária onde estão as plantas de

guaraná, conhecidas como *planta-mãe* e colhem os filhos de guaraná para sua reprodução. O cultivo do guaraná é a principal atividade econômica para a maioria dos agricultores, isto porque, mesmo sendo colhido apenas uma vez por ano, é o produto com maior rentabilidade, comparando-se as outras atividades. O principal benefício da certificação orgânica para os agricultores foi a mobilização das comunidades para iniciar o processo de mudança social agregando um conjunto de impactos positivos principalmente na área ambiental e econômica. Por fim, o cultivo de guaraná é a grande atividade agrícola, traduzido como o elemento central de compreensão da vida social do Alto Urupadí.
PALAVRAS-CHAVE: Agricultores familiares, Socioeconomia; Certificação.

SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF ORGANIC GUARANÁ FARMERS FROM ALTO URUPADÍ, MAUÉS – AM

ABSTRACT: Organic products have market niches and serve a select segment of consumers, who are willing to pay a higher price for these products. However, in rural areas, there are several difficulties for the insertion of family farmers in the organic market, mainly due to the lack of technical support for understanding the legislation, decrees and standards to obtain certification. In this sense, the objective of this study was to carry out the socioeconomic characterization of farmers who are now characterized as organic. The study was carried out in Alto Urupadí, in the city of Maués in Amazonas, using a descriptive approach, based on the Case Study method in 5 traditional communities. The main results are the low or non-existence of public services in rural areas, such as sanitation, housing, electricity, health and education, which contribute to a low quality of life. Regarding the productive aspects, these families dominate the traditional techniques of wild guarana that make them a differential associated with organic certification. Use the cultivation cycle between planting, fallow and trim, requiring little or no area of primary forests, carrying out low-impact agriculture in that region. The primary forests are used as an in situ germplasm bank, as farmers move to the primary forest where the guarana plants are located, known as the mother plant, and harvest the guarana offspring for their reproduction. The cultivation of guarana is the main economic activity for most farmers, this because, even being harvested only once a year, it is the product with the highest profitability, compared to other activities. The main benefit of organic certification for farmers was the mobilization of communities to initiate the process of social change, adding a set of positive impacts, mainly in the environmental and economic areas. Finally, the cultivation of guaraná is the great agricultural activity, translated as the central element of understanding the social life of Alto Urupadí.
KEYWORDS: Family Farmers, Socioeconomics; Certification.

1 I INTRODUÇÃO

No Brasil, 77% dos estabelecimentos agropecuários se enquadram como agricultura familiar[1], ocupando mais de 81 milhões de hectares (23% da área total dos estabelecimentos agropecuários). No que diz respeito à produção orgânica, pôde-se observar que 90% dos

1 Conforme art. 3º, da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (Lei 11.326/2006). Disponível no site da Presidência da República: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 14/03/2021.

produtos são provenientes da agricultura familiar (IBGE, 2019).

Em relação à participação da agricultura familiar no desenvolvimento do mercado de orgânicos, Campanhola e Valarini (2001, p. 89-90) indicam cinco razões para a inserção dos agricultores familiares nesse mercado:

> 1) As commodities agrícolas tradicionais requerem escala de produção para compensar tanto a queda estrutural de preços, como os custos crescentes de produção, que resultam na redução das margens de lucro. 2) Os produtos orgânicos possuem nichos de mercado e, portanto, visam atender a um segmento restrito e seleto de consumidores, que têm disposição para pagar um preço maior por esses produtos, o que não acontece com as commodities agrícolas. Mesmo não atingindo grande escala produtiva, podem disponibilizar seus produtos em pequenos mercados locais. 3) A inserção dos pequenos agricultores nas redes nacionais ou transnacionais de comercialização de produtos orgânicos. Para essa inserção, os produtores devem estar organizados em associações ou em cooperativas, uma vez que essa organização facilita as ações de marketing e de implantação de selos de qualidade, de negociação nas operações de venda e de gestão das atividades produtivas. 4) A oferta de produtos especializados (hortaliças e as plantas medicinais) não despertam interesse dos grandes empreendedores agropecuários, sendo geralmente produzidos por agricultores familiares. 5) A diversificação da produção orgânica e a diminuição da dependência de insumos externos ao estabelecimento, condições que se constituem em barreira para os grandes produtores orgânicos.

Para Campanhola e Valarini (2001), a diferença entre os preços dos produtos orgânicos e dos produtos convencionais vai desaparecer quando a quantidade ofertada dos produtos orgânicos for igual à quantidade demandada pelo mercado. Já Colombo (2018), destaca que existem diversas dificuldades para a inserção dos agricultores familiares no mercado de orgânicos, tais como: maior demanda de mão de obra; falta de apoio técnico para entendimento das legislações, decretos e normas para se obter a certificação; custos de certificação; capacitação referente à produção vegetal, de forma a oferecer conhecimentos que melhorem a produção orgânica; e, gestão da comercialização, pois os produtores sentem dificuldades para a venda de seus produtos.

Dentre as dificuldades encontradas para a inserção dos produtos dos agricultores familiares, destaca-se a falta de informação sobre o processo de certificação dos produtos. Segundo Reichert (2012), em qualquer sistema de produção agrícola familiar, os agricultores necessitam de um conjunto de informações, assim como terem o domínio sobre elas para que possam escolher a alternativa mais adequada entre as existentes. A tarefa de decidir, às vezes, torna-se difícil e complexa, uma vez que o agricultor não dispõe de todas as informações no momento da tomada de decisões.

O mercado orgânico no Brasil ainda é realizado em espaços de comercialização tradicionais como feiras livres. Contudo, observa-se o crescimento do mercado orgânico em programas governamentais e empresas especializadas, ainda distantes das áreas de produção (COLOMBO, 2018).

Partindo desse princípio, a certificação é uma ferramenta chave para os agricultores familiares agregarem valor e renda à produção agrícola. A certificação garante a credibilidade e o reconhecimento da qualidade orgânica dos produtos, sendo um dos mecanismos que possibilita aos agricultores familiares o acesso ao mercado orgânico.

O objetivo do estudo foi realizar a caracterização socioeconômica dos agricultores orgânicos do Alto Urupadí, no município de Maués - Amazonas.

2 | METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se no município de Maués no estado do Amazonas, na região denominada Alto Urupadí, que abriga 5 comunidades, sendo 4 formadas por moradores de comunidades tradicionais e 1 por povos indígenas, denominada Menino Deus, que não foi realizado o levantamento socioeconômico. Nas comunidades Santa Luzia, Brasileia, São Sebastião e Nossa Senhora de Nazaré há uma estimativa de 73 famílias, sendo 146 pessoas na *Brasiléia*, 128 pessoas na *São Sebastião*, 54 pessoas na *Nossa Senhora de Nazaré* e 48 pessoas na comunidade *Santa Luzia* (Figura 1); e destas famílias foram selecionadas 20 para o estudo. A região fica em média cerca de 80 km ao sul da cidade de Maués. O acesso é feito a partir de Maués, por via fluvial.

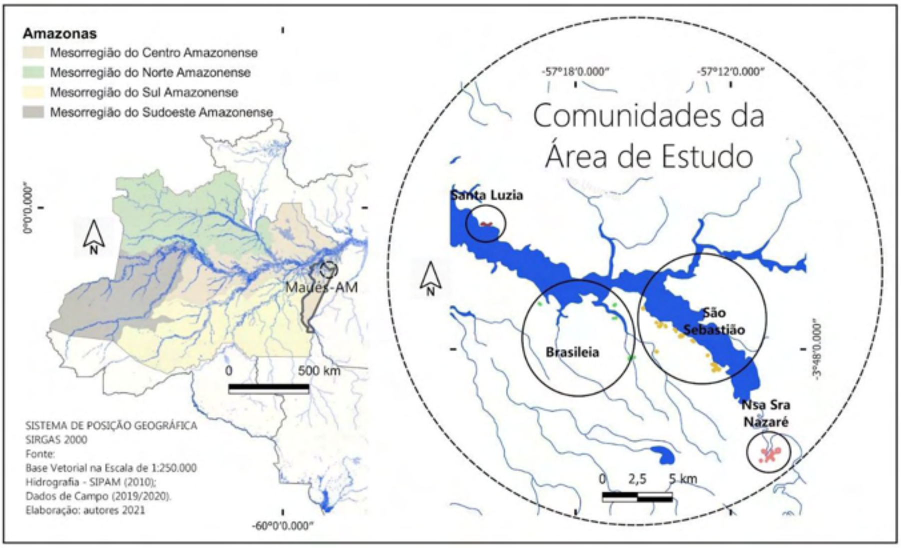


Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

O método utilizado constou de um Estudo de Caso (GIL, 2002). A pesquisa foi composta por duas etapas analíticas. Na primeira etapa foi realizada a pesquisa

bibliográfica, por meio do *Google Scholar*, utilizando os critérios para artigo científico (com acesso aberto), período (2015-2020), palavras-chave (agroecossistema, sistema agrícola tradicional, agricultura tradicional e produção orgânica) e idiomas (espanhol e português). A segunda etapa foi a pesquisa de campo realizada em 2021, com a coleta de dados em dois momentos: 1) a primeira foi realizada no mês de março, durante a Oficina de Agricultura Orgânica realizada na cidade de Maués, com 20 moradores das comunidades tradicionais e 2) a segunda que ocorreu em junho, no momento de atualização dos Planos de Manejo Orgânico e cadastro de novos agricultores interessados na certificação orgânica.

Os dados dos Planos de Manejo Orgânico foram tabulados e organizados em um banco de dados do *Google Forms*. Em seguida, as informações foram analisadas por meio de estatística descritiva para a melhor caracterização socioeconômica.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Situação dos agricultores do Alto Urupadí

Das famílias de agricultores residentes nas comunidades, 83% dos agricultores encontra-se na faixa etária de 15 a 64 anos, o que contribui ativamente e diretamente com o trabalho nos cultivos de guaraná. Por outro lado, a faixa etária de até 14 anos, somada com a faixa de 65 anos ou mais, possui um quantitativo de pessoas de 17%.

Cada núcleo familiar habita em casas individuais, construídas a base de madeira e coberta com telha (Fibrocimento), com a predominância de paredes de tábuas e piso com assoalho de madeira aparelhada (tábua). De acordo com este levantamento, 90% dos agricultores possuem banheiro sanitário do lado de fora da casa, sendo 85% do tipo fossa negra, que consiste em uma pequena casa de madeira, medindo 2,5m², coberta com telha usada de fibrocimento ou palha.

No que diz respeito ao tipo de captação de água para as casas nas comunidades, 22% dos agricultores obtêm água para o uso doméstico da rede comunitária, 26% de poços artesianos e 52% captam a água do rio ou nascente. Esses agricultores relataram que a água do rio ou nascente é limpa e tida como de boa qualidade, já que 78% das famílias as qualificam desta maneira.

Em relação ao lixo doméstico, 68% dos moradores enterraram o lixo. Além disso, moradores da comunidade Brasiléia deixam o lixo orgânico a céu aberto (5%), pois segundo relatos é uma prática de adubação das plantas ou alimentação de animais.

No que se refere à escolaridade dos agricultores, levantou-se que a maioria possui ensino fundamental incompleto (53%). Outros 32% dos moradores completaram o ensino fundamental, 5% concluíram o ensino médio e 11% não foram alfabetizados. Verifica-se que as comunidades rurais têm escola pública para atender a educação infantil e o ensino fundamental. Para cursar o ensino médio e superior (apenas alguns cursos) é necessário migrar para Maués ou mesmo para a capital Manaus, situações que foram identificadas

em algumas entrevistas, onde os produtores relataram a migração dos filhos para estudar.

Sobre o acesso à saúde, 65% dos entrevistados afirmaram que recebem visita de equipes de saúde, periodicamente nas comunidades, que ocorrem entre 6 meses e um ano. Porém, ao ser perguntado sobre a frequência com que visitam o médico para cuidar da saúde, 35% afirmaram que procuram o médico uma vez por ano, 25% apenas quando adoecem, 20% até quatro vezes por ano e um total de 20% entre duas e três vezes por ano.

A prevenção torna-se uma questão importante quando consideramos que nenhuma das quatro comunidades possui posto de saúde, apenas a figura do Agente Comunitário de Saúde (ACS), contratado pela prefeitura para fazer o acompanhamento dos comunitários. Quando ocorrem as emergências, os produtores precisam se deslocar à Maués e para isso utilizam seu próprio transporte. Outra opção é recorrer à Área Indígena próximo das comunidades onde ficam profissionais de saúde de plantão.

Entretanto, o uso de plantas medicinais ainda se configura como a principal estratégia preventiva e curativa nas comunidades tradicionais. Assim, é muito comum o cultivo destas nas proximidades das casas. Convém ressaltar que o guaraná se apresenta como um potencial remédio natural, que age na prevenção de várias doenças e produz energia para o corpo, por isso, diariamente é consumido pelos produtores logo pela manhã.

Outro aspecto que a pesquisa levantou foi a situação da energia elétrica nas comunidades rurais. Somente agricultores que possuem casa no núcleo comunitário têm acesso à energia elétrica (85%). As comunidades se organizam por meio de contribuição coletiva para a aquisição do combustível. Em São Sebastião há um sistema de eletrificação por placas solares que beneficia 45% dos agricultores. As demais comunidades do Alto Urupadí não foram beneficiadas pelo programa de eletrificação rural “Luz para Todos”.

As propriedades rurais e sua produção

A principal atividade econômica dos grupos domésticos é baseada na agricultura de corte e queima, em roçados de até um hectare (1 ha), correspondendo a 45% das propriedades. Em 32% das propriedades, esses roçados são construídos em áreas entre 1 até 3 hectares e apenas 23% são cultivados em áreas entre 3 e 7 hectares.

Os roçados são construídos nos terrenos pertencentes aos grupos domésticos. A presença dos roçados sinaliza que a propriedade é protegida pelas relações de parentesco ou vizinhança. Através disso é que os agricultores podem utilizar as suas regras para organizar seus atos no uso das áreas agrícolas e por isso também é que os moradores evidenciam a propriedade, na forma de roças em uso ou pousio, espalhadas pela propriedade.

O roçado é um espaço privado, onde somente os membros das famílias podem usufruir dos produtos cultivados. Segundo informações de Castro (1997), os usos dos ambientes fundam a noção de território, seja como patrimônio comum, seja como de uso

familiar ou individualizado pelo sistema de posse ou pelo estatuto da propriedade privada.

A pesquisa revelou que as espécies agrícolas mais cultivadas nos roçados são o guaraná e a mandioca, seguidos em menor proporção da banana, cupuaçu, abóbora, melancia, cará, maxixe, macaxeira, abacaxi, milho e feijão. Como pode ser observado na Figura 2, em algumas propriedades é possível verificar o uso manejado das áreas de florestas (9%) para o uso do açaí e da castanha.

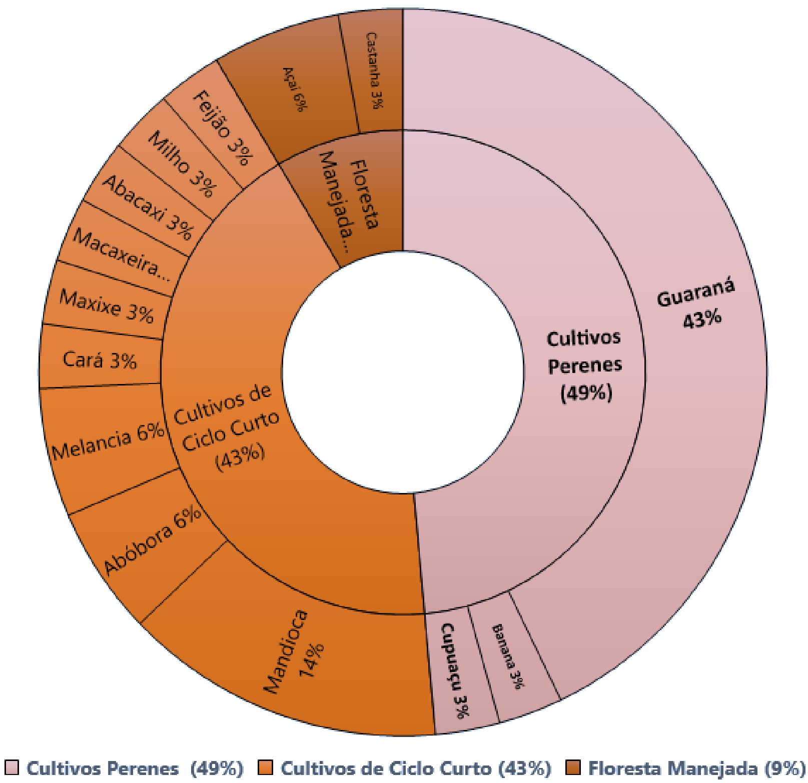


Figura 2. Principais Cultivos do Sistema Agrícola Tradicional do rio Urupadí.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

No Alto Urupadí, a maioria das atividades agrícolas é realizada pelo sistema de *puxirum*, que consiste na realização de trabalhos coletivos pelos parentes e pode ser realizado em qualquer parte do processo de produção. Esta forma de trabalho permite que as atividades que demorariam alguns dias, sejam concluídas em pouco tempo. Quando os agricultores convidam um parente para o *puxirum*, ficam na obrigação de retribuir o trabalho em algum momento.

O destino desta produção é em sua maioria para o consumo, mas existem produtos que são destinados à comercialização como o guaraná, a farinha de mandioca, a banana,

a macaxeira e o feijão. A Tabela 1 apresenta a situação do destino da produção de acordo com alguns agricultores.

Produtos	Consumo familiar	Comercialização	Mercado de Maués
Guaraná torrado	3%	97%	R$ 27,00 (1 kg)
Farinha	60%	40%	R$ 80,00 a R$ 200,00 (50 kg)
Banana	70%	30%	R$ 15,00 a R$ 30,00 (1 cacho)
Macaxeira	70%	30%	R$ 30,00 (50 kg)
Feijão	80%	20%	R$ 5,00 (1 kg)

Tabela 1. Destino da produção feita por uma agricultora da Comunidade São Sebastião.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

O cultivo de guaraná é a grande atividade agrícola, traduzido como o elemento central de compreensão da vida social do Alto Urupadí. O guaraná possui centralidade sociocultural para os agricultores, ganhando também maior importância econômica entre os demais cultivos agrícolas (Figura 3).



Figura 3. Agricultor de guaraná orgânico do Alto Urupadí.

Fonte: Banco de dados da AAFAU, 2021.

O guaraná é uma trepadeira, um cipó comumente encontrado nas matas da região de Maués, embora ocorra desde a porção ocidental do rio Tapajós até a porção oriental do

rio Madeira. Botanicamente a planta é chamada de *Paullinia cupana*, um arbusto ou cipó, catalogada pelo pesquisador Simon Paulli, em meados do século XVII.

É importante ressaltar que o cultivo de guaraná depende da aquisição de muda. Na comunidade Nossa Senhora de Nazaré, os agricultores se deslocam até a floresta primária onde estão as plantas de guaraná, conhecidas como *planta-mãe*. Nos meses de outubro e novembro, a *planta-mãe* floresce no estrato superior da floresta e os frutos caem no chão, nascem os *filhos de guaraná*.

No estudo de Tricaud *et al*. (2016), os autores já descreveram essa busca da muda na floresta, uma vez que, o sistema de cultivo do guaraná dos agricultores de Maués, baseia-se na busca da muda de guaraná na floresta, prática milenar dos povos indígenas. No caso dos *guaranazais* do povo Sateré-Mawé são formados por plantas nativas, coletadas na floresta a partir da seleção de *planta-mãe*, que eles deixam crescer e frutificar.

É na escolha das *plantas fêmeas*, no meio da floresta primária, que começa a saga para construção cultural do guaranazal. Assim, os saberes ecológicos tradicionais não deixam dúvida: os processos em que as plantas são classificadas, transplantadas, manejadas e cultivadas são carregados de significados culturais.

A forma de manejo das mudas silvestres ou sementes de plantas domesticadas é realizada seguindo práticas tradicionais. Em todas as comunidades houve a predominância de mudas silvestres: 61% dos agricultores apresentam esta condição, afirmando que realizam a aquisição na floresta; 39% dos agricultores selecionam sementes de plantas cultivadas em suas propriedades (Tabela 2).

Cultura	Formas de Aquisição	Formas de Propagação	Local de Aquisição					
			Na Própria Propriedade	**Na comunidade**	**Na floresta**	**Em outra Localidade**	**Total**	**%**
Guaraná	Seleção na floresta	Muda silvestre	4	7	15	1	27	**61%**
		Semente domesticada	1	8	6	2	17	**39%**
	Total		**5**	**15**	**21**	**3**		
	%		**11%**	**34%**	**48%**	**7%**		

Tabela 2. Situação das formas de aquisição das mudas ou sementes para o cultivo de guaraná.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

As práticas tradicionais de manejo das plantas podem ser baseadas na retirada das mudas silvestres com um pouco de solo para preservação das raízes. Essas mudas são enroladas em folhas de bananeiras e abrigadas em *paneiros* e levadas até uma área úmida próximo do roçado, como igarapés e/ou córregos, possibilitando aos agricultores irrigá-las.

O plantio no roçado costuma ser realizado em *puxirum*. Os homens furam o solo e preparam uma mistura de terra preta e cinza, as mulheres transportam as mudas das áreas úmidas para o roçado. Depois do plantio, coloca-se palhas ou madeiras sobre as plantas com finalidade a proteção do sol excessivo da região, mas também a proteção das intensas chuvas amazônicas.

As mudas de guaraná levam de cinco a seis anos para iniciar a produção. Nos primeiros anos começa com uma carga pequena, mas à medida que os anos incidem, as plantas passam a produzir mais, chegando ao seu cume aos 10 anos.

Das práticas de conservação realizadas nos cultivos de guaraná, a maioria dos agricultores realiza adubação verde, cobertura do solo, manejo do mato com alternância de capinas, ausência de fogo e utilizam quebra-ventos para a proteção dos cultivos. Menos da metade, no entanto, utilizam adubo orgânico como esterco e compostagem, poucos fazem cultivos consorciados, controle de doenças com práticas agroecológicas, como SAFs, diversificação da produção, rotação de culturas e controle de invasoras (Tabela 3).

Total de Propriedades Orgânicas n=31	**Nº de Propriedades Rurais**	**%**
Adubação verde:		97%
Cobertura do solo:		97%
Manejo do mato e alternância de capinas:		94%
Ausência de fogo:		90%
Quebra-ventos:		77%
Adubos orgânicos (esterco, compostagem):		45%
Cultivos consorciados:		35%
Controle de doenças com produtos (práticas orgânicas):		35%
Sistemas agroflorestais:		32%
Diversificação da produção:		29%
Rotação de culturas:		16%
Plantio de plantas que atraem inimigos naturais (Controle de invasoras):		6%

Tabela 3. Práticas de conservação realizadas nas propriedades rurais orgânicas.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

O cultivo do guaraná é a principal atividade econômica para a maioria dos agricultores, isto porque, mesmo sendo colhido apenas uma vez por ano, é o produto com maior rentabilidade, comparando-se aos outros. É importante salientar que a venda do guaraná ocorre de outubro a dezembro, o que significa a geração de renda em uma estação inviável para o extrativismo.

Em 2018, 73% dos agricultores vendiam a produção de guaraná para os regatões que chegavam às comunidades, seguido de 18%, que vendiam para os atravessadores

na cidade de Maués, e 9% se utilizavam da venda direta nas comunidades (por exemplo, professores, agentes de saúde e aposentados).

O processo de certificação orgânica dos agricultores do Alto Urupadí foi descrito por Aguiar et al. (2021). Segundo estes autores, em 2019, os agricultores iniciaram o processo de certificação orgânica para os mercados brasileiro, europeu e norte-americano. O resultado foi a venda de 200 sacas de guaraná certificado.



Figura 4. Agricultores do Alto Urupadí realizando a entrega de 200 sacas de guaraná orgânico, em 2019.

Fonte: Banco de Dados RENESU/NUSEC, 2020.

Em 2020, em decorrência da pandemia da COVID-19, os agricultores deram continuidade na visita às propriedades de 16 novos agricultores interessados em participar da certificação orgânica. As atividades desenvolvidas foram as seguintes: diagnóstico das propriedades, organização dos documentos dos agricultores e orientação para melhoria das propriedades.

O principal benefício da certificação orgânica para os agricultores foi a mobilização das comunidades para iniciar o processo de mudança social. O resultado foi a certificação de 51 propriedades, agregando um conjunto de impactos sociais, ambientais e econômicos, tais como: inserção efetiva do total de 15 comunidades tradicionais, maior interesse dos jovens nas práticas da agricultura orgânica, adoção de 100% dos agricultores capacitados das técnicas de produção orgânica, reconhecimento das práticas ambientais nas práticas da agricultura orgânica, agricultores produzindo de forma ecologicamente correta, agregação no valor do guaraná pela certificação orgânica e diminuição da cadeia de intermediação.

4 I CONCLUSÕES

Dentro dos núcleos avaliados nas cinco comunidades, constatou-se que os moradores do Alto Urupadí, em Maués - Amazonas, apresentam baixa escolaridade, falta de saneamento básico, dificuldade ao acesso à saúde pública e ao fornecimento de energia elétrica. E que, a maioria das atividades agrícolas é realizada pelo sistema de *puxirum*, sistemática que consiste na realização de trabalhos coletivos pelos parentes e vizinhos da comunidade, que pode ocorrer em qualquer parte do processo de produção.

A principal atividade econômica dos grupos domésticos é baseada na agricultura de corte e queima, com roçados de até 1 hectare. A pesquisa revelou que as espécies agrícolas mais cultivadas nos roçados são o guaraná, a mandioca; seguidos em menor proporção da banana, cupuaçu, abóbora, melancia, cará, maxixe, macaxeira, abacaxi, milho e feijão. O destino de toda a produção das roças é para consumo, com exceção do guaraná destinado à comercialização.

O guaraná é a cultura principal cultivada nessas comunidades, tem sua importância econômica por ser uma cultura de interesse industrial, além de sociocultural por prezar por mudas nativas que são coletadas da *planta-mãe* preservando a prática milenar dos indígenas. Por isso, a busca pela certificação orgânica, consistiu não somente para que houvesse agregação de valor no produto de maior rentabilidade, mas também pelos valores culturais que preservam a prática de saberes de seus ancestrais. Em consequência da certificação orgânica, houve impacto positivo nas comunidades, tanto quanto às adequações necessárias para cumprimento da legislação sanitária e ambiental, bem como, para a melhor organização social nas comunidades em busca de melhoria das propriedades.

Com o levantamento socioeconômico, foi averiguada a necessidade da implantação de ações, como: postos de saúde nas comunidades, inclusão do ensino médio, fornecimento de energia elétrica em todas as comunidades com o combustível do motor gerador sendo custeado pelos órgãos públicos responsáveis, melhor fornecimento de assistência técnica e extensão rural (ATER), para que os agricultores alcancem melhor produtividade de acordo com as legislações vigentes e tenham acompanhamento de suas produções.

Portanto, este estudo sobre a agricultura familiar orgânica do Alto Urupadí, Maués-AM, é de grande relevância, pois demonstra não só sua importância para a região, como também identifica o cenário em que se encontram a maioria das famílias que vivem da produção de guaraná, mostrando os principais gargalos e, com isso, permitir melhores estudos da adequação desse produtor ao mercado de produtos orgânicos.

5. AGRADECIMENTOS

Pesquisa realizada no âmbito do projeto Rede de Negócios Sustentáveis do Urupadí (RENESU), com financiamento do CNPq, executado pelo Núcleo de Socioeconomia da Universidade Federal do Amazonas. Participaram da pesquisa, os agricultores filiados à

Associação dos Agricultores Familiares do Alto Urupadí (AAFAU).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, O. C. M.; LOPES, S. K. S.; CASCAES, S. F.; TRINDADE, L. L. L.; DONEGA, M. V. B. ; RABELO, N. P; SILVA, S. C. P.; SOUZA, L. A. N.; PEREIRA, C. F.; FRAXE, T. J. P. Sistema agrícola tradicional e certificação orgânica: o caso dos guaranazais nativos das comunidades tradicionais do Alto Urupadí, Maués (AM). In: Carla da Silva Sousa, Sayonara Cotrim Sabioni, Francisco de Sousa Lima. (Org.). **Agroecologia: Métodos e Técnicas Para Uma Agricultura Sustentável**. 1ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021.

CAMPANHOLA, Clayton; VALARINI, Pedro José. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001. Disponível em: https://cdn.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/8851-29343-1-PB.pdf. Acesso em: 06/12/2021.

CASTRO, E. Território, biodiversidade e saberes de populações tradicionais. In: CASTRO, E; PINTON, F (Org.). **Faces do Trópico Úmido: conceitos e novas questões sobre desenvolvimento e meio ambiente**. Belém: CEJUSP/UFPA/NAEA, 1997.

COLOMBO, Adriana de Souza. **Produção de orgânicos no Território Noroeste Paulista: caracterização dos agricultores e das unidades produtivas**. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista. São Paulo, p. 106, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154854/colombo_as_dr_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso: 08/11/2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

IBGE. Estimativas populacionais dos municípios em 2019: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579. Acesso: 26/03/2020.

REICHERT, Lírio José. **Avaliação de sistemas de produção de batata orgânica em propriedades familiares: uma aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA)**. Tese de doutorado em Agricultura familiar da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas,p. 345, 2012. Disponível em: http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/2430/1/Tese_Lirio_Jose_Reichert.pdf. Acesso: 08/11/2021.

TRICAUD, Solène; PINTON, Florence; PEREIRA, Henrique dos Santos. Saberes e práticas locais dos produtores de guaraná (Paullinia cupana Kunth var. sorbilis) do médio Amazonas: duas organizações locais frente à inovação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 11, p. 33-53, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/xCCVgP5RGy79Qny6LSkndkB/abstract/?lang=pt. Acesso em: 06/12/2021.

CAPÍTULO 12

FLUXO DE ABASTECIMENTO DE ALFACE E SUAS VARIEDADES: PRINCIPAIS REGIÕES DE ORIGEM E DESTINO

Data de aceite: 01/01/2022

Marta Cristina Marjotta-Maistro
Docente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Centro de Ciências Agrárias – Araras (CCA)
http://lattes.cnpq.br/3987280258617095

Adriana Estela Sanjuan Montebello
Docente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Centro de Ciências Agrárias – Araras (CCA)
http://lattes.cnpq.br/4326971138357942

Jeronimo Alves dos Santos
Docente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Centro de Ciências Agrárias – Araras (CCA)
http://lattes.cnpq.br/6360442111575366

Maria Thereza Macedo Pedroso
Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
http://lattes.cnpq.br/4253469649327974

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo apresentar o fluxo entre as regiões de produção e de comercialização da alface nos anos de 2016 a 2020. Para alcançar o propósito deste estudo, a pesquisa tem abordagem exploratória-descritiva e utilizou informações secundárias, principalmente, do site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), particularmente a base de dados da PROHORT – SIMAB. Os resultados alcançados foram que no período levantado na presente pesquisa, de 2016 a 2020, foi comercializada cerca de 461 mil toneladas da alface. Quando se atenta a nível regional, identifica-se que a região Sudeste é a maior fornecedora com mais de 66% de participação, seguidas pela região Sul e Nordeste. Estas três regiões participaram com aproximadamente 98% de todo o abastecimento do país. Destaca-se também que cerca de 98% da distribuição/comercialização está vinculada a estas três regiões. Em se tratando de importância estadual, o estado de São Paulo, Ceará e Paraná, se destacam como principais destinos em suas respectivas regiões, enquanto na região Norte, somente o estado do Acre foi abastecido. Já para o fornecimento do produto (origem) os principais estados fornecedores, dentro das suas respectivas regiões, foram os mesmos estados de destino. As variedades observadas, no período considerado, foram a crespa, lisa, mimosa e romana, sendo a variedade crespa a principal variedade comercializada com 71,73. Em média, para os anos de 2016 a 2020, a comercialização da alface crespa, ficou, particularmente, entre São Paulo e Paraná, tanto no fornecimento 99,38%, quanto no abastecimento 99,64%. Conclui-se que o presente trabalho contribuiu na análise do fluxo entre as regiões de produção e de comercialização da folhosa mais consumida no país: a alface. Além disso, sugere-se como estudos futuros, trabalhos sobre as perdas de hortaliças na etapa pós-colheita e mais ainda aqueles que se relacionam diretamente com o transporte da alface.

PALAVRAS-CHAVE: fluxo, origem, destino, alface.

LETTUCE SUPPLY FLOW AND ITS VARIETIES: MAIN REGIONS OF ORIGIN AND DESTINATION

ABSTRACT: The present study aims to present the flow between the regions of production and commercialization of lettuce in the years 2016 to 2020. To achieve the purpose of this study, the research has an exploratory-descriptive approach and used secondary information, mainly, from the website of Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), particularly the PROHORT - SIMAB database. The results achieved were that in the period surveyed in the present research, from 2016 to 2020, about 461 thousand tons of lettuce were sold. When looking at the regional level, it is identified that the Southeast region is the largest supplier of lettuce with more than 66% of participation, followed by the South and Northeast regions. These three regions accounted for approximately 98% of the country's total supply. It is also noteworthy that about 98% of distribution / marketing is linked to these three regions. In terms of state importance, the state of *São Paulo, Ceará* and Paraná stand out as the main destinations in their respective regions, while in the North region, only the state of Acre was supplied. As for the supply of the product (origin), the main supplier states, within their respective regions, were the same destination states. The varieties observed, in the period considered, were curly, smooth, mimosa and roman, with the curly variety being the main variety sold with 71.73. On average, for the years 2016 to 2020, the commercialization of crespa lettuce was, particularly, between *São Paulo* and Paraná, both in supply 99.38%, and in supply 99.64%. It is concluded that the present work contributed to the analysis of the flow between the production and commercialization regions of the most consumed hardwood in the country: lettuce. In addition, it is suggested as future studies, work on the losses of vegetables in the post-harvest stage and even more those that are directly related to the transport of lettuce.
KEYWORDS: *Flow, origin, destination, lettuce*

1 I INTRODUÇÃO

As perdas e os desperdícios de alimentos têm, pelo menos, dois efeitos importantes e evidentes. O primeiro está relacionado com o tema da segurança alimentar, já que há desperdício de alimentos muitas vezes com alta qualidade nutritiva. O segundo está relacionado com o tema da sustentabilidade dos sistemas agroalimentares pelo fato de ocorrer desperdício de insumos agrícolas na produção de alimentos que não alimentarão (FAO, 2014). Para se ter uma dimensão do problema, a perda de alimentos é equivalente a cerca de 1/3 do alimento produzido no mundo (FAO, 2011; HLPE, 2014; WRAP, 2008).

Essa questão é particularmente desafiadora quando se consideram as cadeias produtivas de hortaliças. As perdas de hortaliças podem ocorrer por inúmeros fatores e em diferentes etapas: na etapa da colheita, quando os custos de colheita, beneficiamento e comercialização dos produtos são inferiores ao preço de venda do produto agrícola e durante descarte que ocorre durante os processos de colheita e beneficiamento, quando a hortaliça apresenta alguma alteração na aparência que reduz seu valor comercial; na etapa posterior, quando há problemas relacionados com transporte, técnicas gerenciais

inadequadas de manuseio e de comercialização nas empresas de atacado e de varejo e exigências de qualidade por parte dos diferentes clientes (COLBERT e STUART, 2015 ROELS *et al*., 2014; LANA e MOITA, 2017).

Sem dúvida, trata-se de tema urgente. No entanto, é preciso contextualizá-lo para as condições brasileiras. Afinal, cada cadeia produtiva em cada país apresenta suas particularidades que precisam ser levadas em consideração para que sejam elaboradas soluções. No Brasil, urge aumentar o conhecimento sobre cada ponto crítico relacionado com perdas de alimentos para que sejam propostas soluções de ações públicas e privadas. Alguns estudos têm sido realizados, tais como os que relacionam "volume e causas de perdas em estabelecimentos agropecuários e em empresas de varejo" ou "processos de trabalho pós-colheita e perfil de horticultores e impacto de suas práticas no volume de perdas no varejo". No entanto, é preciso ir além, é preciso agregar novas áreas do conhecimento para que seja criado cada vez mais um pensamento crítico sobre o problema cujas causas são multifatoriais e cuja solução não é vislumbrada apenas por uma disciplina. Mas pelo diálogo de várias disciplinas (LANA, 2010).

Em termos gerais, a produção de hortaliças exige um manejo de alguma complexidade. Portanto, requer mão de obra relativamente qualificada. O que configura um desafio crescente, pois tem havido pouca oferta de mão de obra no campo com a qualificação necessária. Quando há, colabora para o aumento do custo de produção que já é elevado em função principalmente dos insumos agrícolas. No entanto, há outros que recaem sobre o preço final da hortaliça que estão situados "da porteira para fora". Por exemplo, durante o transporte são verificados custos que influenciam no preço final do produto, tais como os dos pedágios nas rodovias e do diesel.

Hortaliças são alimentos muito perecíveis. Ou seja, têm pequena durabilidade pós-colheita, quando comparado com os grãos, por exemplo. Esse fato impossibilita a armazenagem da maior parte das espécies de hortaliças por longos períodos. Ainda que o preço esteja baixo, é necessário vender a produção com rapidez. Um problema grave é que o Brasil carece de uma eficiente cadeia do frio (caminhões refrigerados que transportam as hortaliças, por exemplo, são poucos). Por outro lado, são produtos muito manipulados no Brasil. O produtor, os intermediários e os repositores manipulam as hortaliças tiram e colocam em caixas e essas em caminhões. Nos carregamentos e nas descargas, as caixas que os acondicionam são frequentemente empilhadas ou retiradas de forma inadequada. Para piorar a situação, nossas estradas e rodovias nem sempre estão em boas condições, tais impactos e vibrações ocorrem em maior proporção aumentando a frequência de injúrias mecânicas nas hortaliças ali acondicionados. Outra questão é que durante o transporte, as caixas sofrem impactos e vibrações). Além disso, o consumidor brasileiro manuseia excessivamente o produto para escolhê-lo. Aumenta-se, assim, o risco de contaminação biológica, mas também a chance de causar danos físicos que resultam em descarte das hortaliças (VILELA et.al, 2003LANA, 2010).

No caso da produção de hortaliças folhosas, danos mecânicos devido ao manuseio descuidado das hortaliças são porta de entrada para a contaminação por patógenos transmitidos por alimentos. Em alface, a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, danos mecânicos colaboram fortemente para a perda de água por transpiração, na degradação da clorofila tornando suas folhas amareladas e acelerando seu apodrecimento. A vida de armazenamento desta importante hortaliça é encurtada com o calor e com baixa umidade. Além disso, é muito sensível ao etileno (EKMAN, J., GOLDWATER, A.; WINLEY, E, 2016)

Dessa forma, o presente trabalho optou por compreender, inicialmente, a questão do transporte. Mas sobre esse tema, há muitas questões embutidas. O primeiro passo para avaliar tal questão, necessariamente, se relaciona com as distâncias entre os locais de produção e de comercialização. São muitas as hortaliças produzidas e consumidas no Brasil. Portanto, foi preciso escolher uma hortaliça. Optou-se neste estudo pela alface por ser uma das hortaliças mais perecíveis.

Além disso, a alface se destaca por ser a folhosa mais consumida no Brasil e a 3ª hortaliça em maior volume de produção, perdendo apenas para a melancia e o tomate, segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM). De acordo com a entidade, a alface movimenta anualmente, em média, um montante de R$ 8 bilhões apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,5 milhão de toneladas ao ano (ABCSEM, 2016). Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o fluxo entre as regiões de produção e de comercialização de alface entre os anos de 2016 e 2020. Mais especificamente, busca identificar as regiões que apresentaram a maior contribuição relativa em termos de volume de produtos ofertados, além centrais de abastecimento que receberam maiores volumes de alface.

2 | METODOLOGIA E FONTE DE DADOS

Para alcançar o propósito deste estudo, esta pesquisa tem a estrutura exploratória-descritiva, e dispõe dos métodos comparativo e narrativo.

Os estudos exploratório-descritivo enunciam integralmente eventos direcionados aos propósitos da pesquisa, explicando descrições tanto qualitativo como quantitativo (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Este tipo de pesquisa descreve características de fenômenos entre variáveis, sendo mais característico a utilização de coleta de dados e discorre sobre as variáveis sendo ela como atributos de grupos, associações e relações entre os dados estudados. Além do levantamento de dados para obtenção de informações, envolve extensas enumerações bibliográficas (GIL, 2008).

Segundo este mesmo autor, os métodos comparativos se procedem na investigação de fatos com a finalidade de revelar as conexões do fenômeno que se está investigando, ademais, tem a possibilidade de realizar a pesquisa em períodos distintos o que implicaria

generalizações das decorrências encontradas.

Além disso, é considerado um método de análise de semelhanças e diferenças, também utilizado para identificar as possíveis divergências em grupos sociais, institucionais econômicos em diferentes épocas tanto para estudos qualitativos e quantitativos, o que pode indicar nexos entre fatores presentes e abstratos (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Em relação ao método narrativo, o pesquisador utiliza do viés de seleção e percepção subjetiva, trabalha com questionamentos amplos e as fontes pesquisadas são normalmente não especificadas e enviesadas. Ela é considerada a revisão tradicional e os critérios de seleção das bibliografias utilizadas são feitas de maneira arbitrária, não seguindo uma sistemática de análise *à priori*. A forma de coleta de documentos é denominada de busca exploratória. Este método poderá erguer novas questões que podem contribuir com as discussões no favorecimento do avanço científico (CORDEIRO et. al., 2007; ROTHER, 2007).

Em virtude disto, serão utilizadas informações secundárias que serão retiradas de livros, revistas, artigos e sites de bancos de dados do setor público e privado. Como principal fonte de dados para esta pesquisa foi utilizado o site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), particularmente a base de dados da PROHORT – SIMAB. Este banco de dados permite extrair as variáveis preços médios, quantidades e valores. Ainda é possível distinguir origem por município, estados, micro e macrorregiões dos produtos que são enviados e comercializados nas Centrais Estaduais de Abastecimento (CEASAS) de todo o país. Além disso, por este banco de dados, é possível verificar as principais regiões produtoras e as principais centrais de abastecimento que são abastecidas por hortaliças. Serão levantados, assim, os dados de quantidades comercializadas em quilos de alface e suas principais variedades (Crespa, Lisa, Mimosa e Romana) nos períodos de 2016 a 2020, sendo possível conforme aponta os objetivos específicos mapear as regiões que apresentaram a maior contribuição relativa em termos de volume de produtos ofertados, além centrais de abastecimento que receberam maiores volumes de alface.

Os dados serão apresentados e discutidos por meio de tabela e gráficos no período supracitado (2016 a 2020) que contempla a disponibilidade dos dados encontrados na base da PROHORT – SIMABreferente aos dados relativos à comercialização da hortaliça alface.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período levantado na presente pesquisa, 2016 a 2020, foi comercializada cerca de 461 mil toneladas de alface (Tabela 1). O primeiro ano analisado (2016) foi o que apresentou a maior participação na comercialização de alface com 22,80%. Já em 2020 houve queda na participação na comercialização alcançando 16,63%. (Figura 1).

Dos dados obtidos, 21 estados foram fornecedores de alface e 12 estados perfizeram o destino de comercialização do produto no país. Dos maiores fornecedores vistos, em 2016,

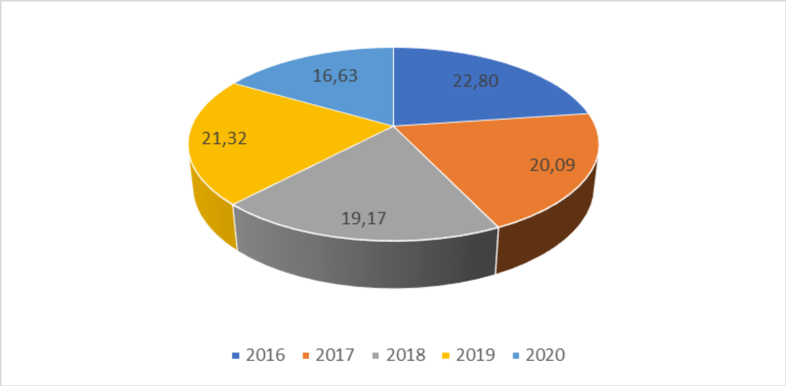
foram São Paulo (54,72%), Ceará (11,77%), Paraná (9,65%) e Rio Grande do Sul (7,92%). Da mesma forma, estes estados foram os maiores recebedores/destino desta hortaliça, sendo que o estado de São Paulo e o Rio Grande do Sul foram deficitários (receberam mais que produziram), enquanto que Ceará e o Paraná foram os superavitários.

Ano	Quantidade em Kg
2016	105.207.153
2017	92.677.669
2018	88.469.750
2019	98.357.732
2020	76.714.050
Total	461.426.354

Tabela 1 - Quantidade total comercializada em kg da alface nos entrepostos - Ceasas - 2016 a 2020.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

Figura 1 – Participação por ano na comercialização total de alface no período de 2016 a 2020.



Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

Quando se atenta a nível regional, identifica-se que a região Sudeste é a maior fornecedora de alface com mais de 66% de participação, seguidas pela região Sul e Nordeste. Estas três regiões participaram com aproximadamente 98% de todo o abastecimento do país. Conforme comenta Pessoa e Machado Junior (2021), a área ocupada por alface pode ultrapassar 86,8 mil hectares cultivados por mais de 670 mil produtores, com volume produzido de 575,5 mil toneladas. A produção de alface no Brasil, conforme comenta os autores, se concentra nas regiões sudeste e sul, conforme supracitado nesta pesquisa, com destaque para São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná. Além disso, cerca de 98% da distribuição/comercialização está vinculada a estas três regiões, no entanto, a região Sudeste é historicamente deficitária na comercialização e a região Sul superavitária,

enquanto a região Nordeste tornou-se superavitária a partir de 2019 (Figuras 2 e 3).

Em se tratando de importância estadual, o estado de São Paulo, Ceará e Paraná, se destacam como principais destinos em suas respectivas regiões, enquanto na região Norte, somente o estado do Acre foi abastecido. Já para o fornecimento do produto (origem) os principais estados fornecedores, dentro das suas respectivas regiões, foram os mesmos estados de destino. Interessante destacar que, no ano de 2020, vários estados não forneceram alface para as centrais de abastecimento, entre eles: Acre, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe.

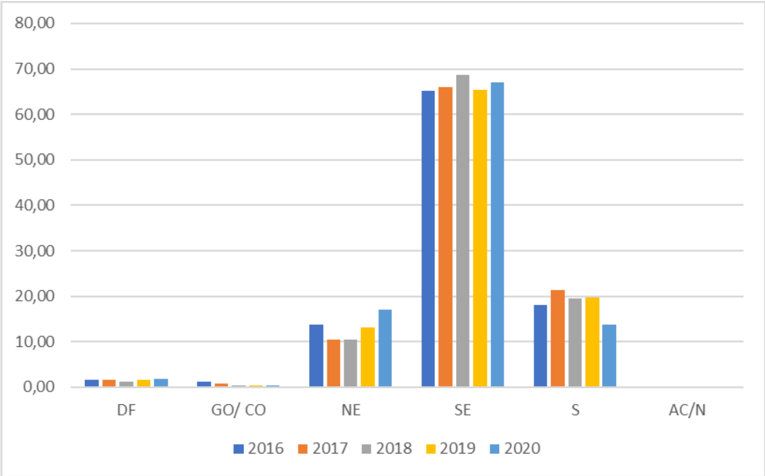


Figura 2. Comercialização da alface por regiões de destino – 2016 a 2020 - participação percentual.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

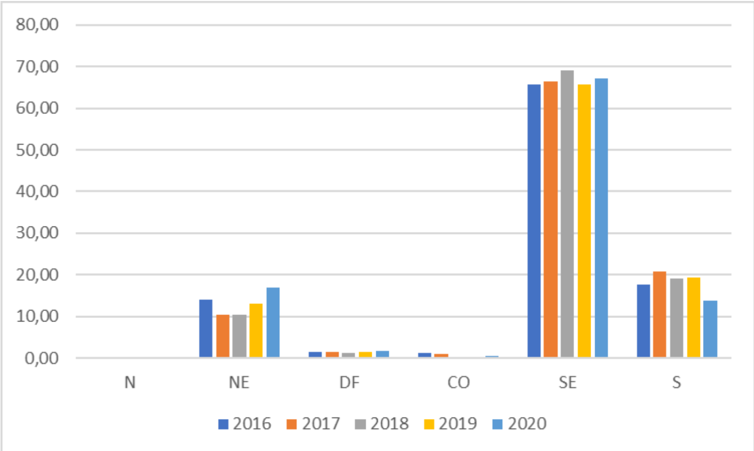


Figura 3. Comercialização da alface por regiões de origem – 2016 a 2020 – participação percentual.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

As variedades observadas foram a Crespa, Lisa, Mimosa e Romana. Conforme apontam os autores Henz e Suinaga (2009), praticamente todas as cultivares de alface desenvolvem-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo. A ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo cultural e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores porque o pendoamento ocorre mais precocemente.

Segundo os autores supracitados, é importante complementar que a definição dos tipos de alface é importante porque a diversidade nas características morfológicas e fisiológicas entre os grupos determina grandes diferenças na conservação pós-colheita e, consequentemente, nos aspectos de manuseio. Além disso, os autores Henz e Suinaga (2009) explicam que algumas cultivares apresentam características específicas, como a resistência ao vírus do mosaico da alface (Lettuce mosaic virus - LMV), a resistência ao pendoamento precoce e o florescimento precoce em regiões quentes ou com dias longos.

No período considerado desta pesquisa (2016 a 2020), a variedade Crespa foi a principal variedade comercializada com 71,73%, seguida pela Lisa (20,58%), Mimosa (6,50%) e Romana (1,19%) (Figura 4). Na média, para os anos de 2016 a 2020, a comercialização do Alface Crespa, ficou, particularmente, entre São Paulo e Paraná (Figura 5 e 6). Pela Figura 5 (alface da variedade crespa por regiões de origem) tem-se que em média, entre 2016 a 2020, tem-se que 70,62% da origem da alface crespa é proveniente da região Sudeste). Segundo a Embrapa (2019), as variedades de folhas crespas e coloração verde-clara correspondem ao tipo varietal de alface preferido pelos consumidores brasileiros.

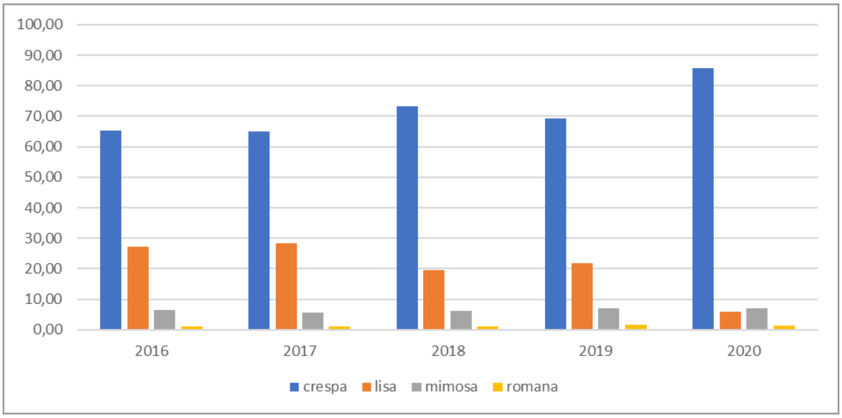


Figura 4 – Comercialização total da alface, por variedade, entre os anos de 2016 e 2020 – em porcentagem.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

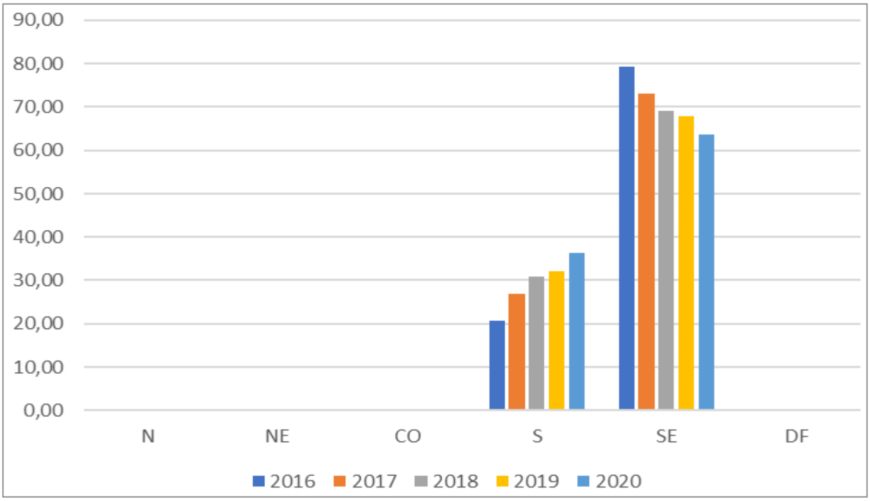


Figura 5 – Variedade da crespa por regiões de origem entre os anos de 2016 e 2020 – em porcentagem.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

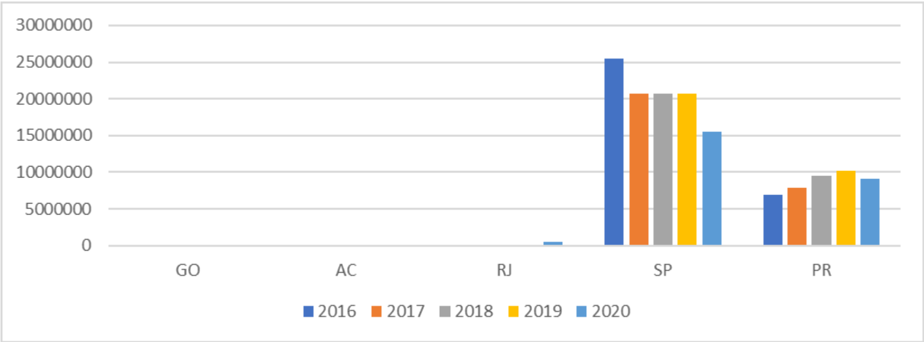


Figura 6 – Comercialização da alface variedade crespa, por estados de destino, entre os anos de 2016 e 2020 – em quilogramas.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

O segmento de alface crespa no Brasil vem liderando nos últimos 10 anos, graças às grandes contribuições do melhoramento genético visando pendoamento lento, característica fundamental para o cultivo de verão ou em áreas com temperaturas elevadas (COSTA E SALA, 2015).

Segundo Costa e Sala (2015), a mudança do padrão de alface lisa para o segmento crespa foi quando essa cultivar, por não apresentar formação de cabeça, mostrou ser adequada ao cultivo no verão, garantindo e minimizando as elevadas perdas que havia com a alface lisa repolhuda, tipo White Boston no verão. Outra vantagem da alface crespa, segundo os autores Costa e Sala (2015), tem sido sua adequação ao sistema de

comercialização em caixas de madeira com mínimo de injúrias e quebras de folhas. Suas folhas flabeladas suportam o encaixamento em caixas de madeira de até 24 a 60 unidades. A adoção desse tipo varietal pelo alfacicultor foi pela coloração verde claro de suas folhas, tradicionalmente aceita pelo consumidor brasileiro que preferem esse tipo de coloração, semelhante à coloração do tipo lisa.

No caso da lisa, o Rio Grande do Sul foi abastecido com 59,36%, seguidos por São Paulo (25,11%) e Paraná (15,20%), o Sul do país participou com 74,55% do destino dessa variedade. De igual modo, o Sul do país é o maior fornecedor dessa variedade com 74,45% de participação e o Estado de São Paulo participa com 25,18%. As variedades mimosa e romana concentram a comercialização no mercado do estado de São Paulo (Figuras 7 a 10).

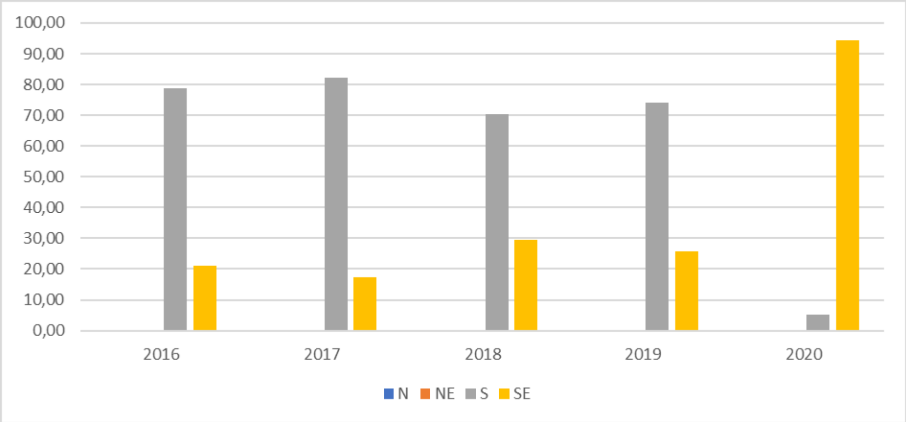


Figura 7 – Comercialização de alface da variedade lisa, por regiões de origem, entre os anos de 2016 e 2020 – em porcentagem.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

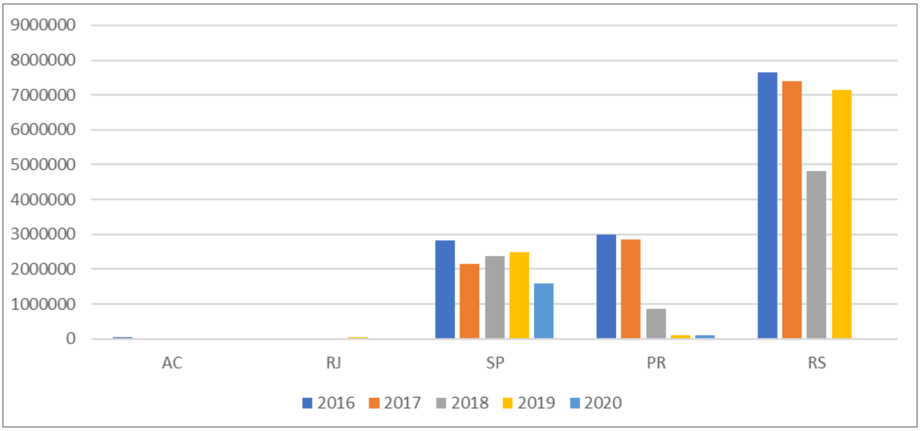


Figura 8 – Comercialização da alface variedade lisa, por estados de destino, entre os anos de 2016 e 2020 – em quilogramas.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

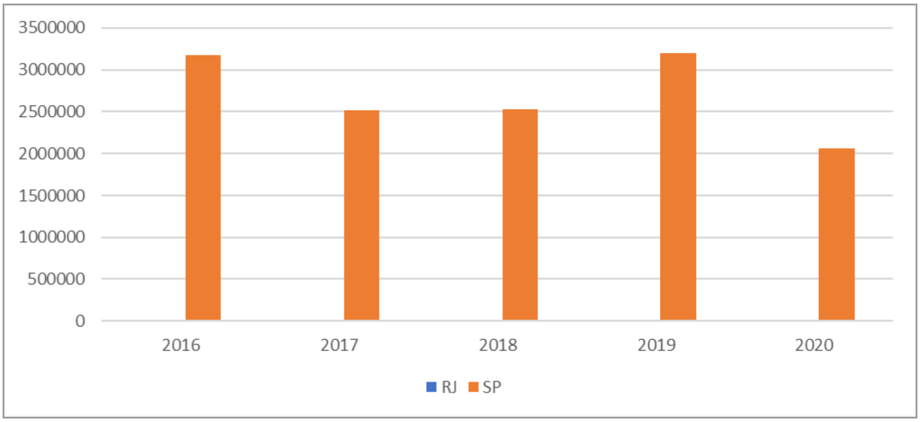


Figura 9 – Comercialização da alface variedade mimosa, por estados de destino, entre os anos de 2016 e 2020 – em quilogramas.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

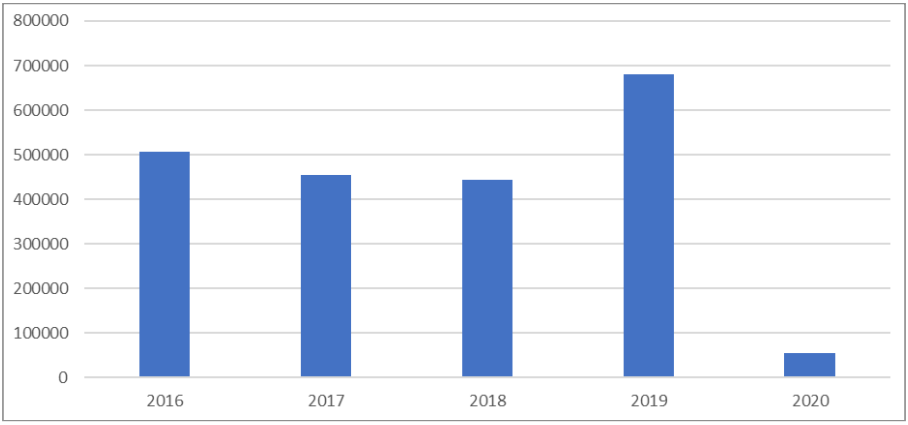


Figura 10 – Comercialização da alface variedade romana, no estado de São Paulo, entre os anos de 2016 e 2020 – em quilogramas.

Fonte: PROHORT – SIMAB (2021).

4 I CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar o fluxo entre as regiões de produção e de comercialização da alface nos anos de 2016 a 2020. Os objetivos do trabalho foram alcançados utilizando a coleta e análise de dados da plataforma PROHORT – SIMAB.

Pelos resultados alcançados foi possível verificar que, de 2016 a 2020, foi comercializada cerca de 461 mil toneladas de alface, sendo a região Sudeste a maior fornecedora com mais de 66% de participação, seguidas pela região Sul e Nordeste. Estas três regiões participaram com aproximadamente 98% de todo o abastecimento do país. Além disso, cerca de 98% da distribuição/comercialização está vinculada a estas três regiões. No entanto, foi possível concluir que a região Sudeste é historicamente deficitária na comercialização e a região Sul superavitária, enquanto a região Nordeste tornou-se superavitária a partir de 2019. Destaca-se também que cerca de 98% da distribuição/comercialização está vinculada a estas três regiões.

Além disso, foi possível concluir que a variedade crespa é a principal variedade comercializada, para os anos de 2016 a 2020, ficando esta comercialização centrada particularmente, entre São Paulo e Paraná, tanto no fornecimento quanto no abastecimento.

Conclui-se que o presente trabalho contribuiu na análise do fluxo entre as regiões de produção e de comercialização da folhosa mais consumida no país: a alface. Mostrar suas variedades e seus fluxos de comercialização também é importante como feito no presente estudo, pois cada tipo da alface apresenta diversidades em suas características e podem ter diferentes características na conservação e manuseio pós-colheita. Sendo assim, sugere-se, como estudos futuros, trabalhos sobre as perdas de hortaliças na etapa pós-colheita e mais ainda aqueles que se relacionam diretamente com o transporte da

alface.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILERA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/O_mercado_de_folhosas__Numeros_e_Tendencias_-_Steven.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **PROHORT – SIMAB.** Disponível em: http://dw.ceasa.gov.br/. Acesso em: 07 de mar. de 2021.

COLBERT, E., STUART, T., 2015. Food waste in Kenya - Uncovering food waste in the horticultural export supply chain. 28 p.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERIA, J. M.; GUIMARAES, C. A. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa**. Rev. Col. Bras. Cir, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. DA. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 30, n. 2, p. 187-194, june 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 abr. 2021. http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002.

EMPRESA BRASILERIA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Novas cultivares de alface crespa suportam até dez dias mais o calor. 2019. Disponível em: **https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45214606/novas-cultivares-de-alface-crespa-suportam-ate-dez-dias-mais-o-calor**. Acesso em: 10 abr. 2021.

EKMAN, J., GOLDWATER, A.; WINLEY, E, **Postharvest management of vegetables: Australian supply chain handbook.** National Library of Australia Cataloguing-in-Publication. 2016.

FAO, 2014. Food wastage footprint-Full-cost accounting - Final Report, 98 p.

FAO, 2011. Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention. FAO, Rome, 38 p.

GIL, Antônio Carlos – **Método e Técnica de Pesquisa Social.** 6. Ed – São Paulo: Atlas, 2008.

HENZ; G. P. E; SUINAGA, F. Tipos de Alface Cultivados no Brasil. Comunicado Técnico 75. Disponível em : <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.

HLPE, 2014. Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2014. 116 p.

LANA, M. M.; ANDRADE, M. de O.; BANCI, C. A. Proposição de um método para melhoria do manuseio pós-colheita de pimentão baseado no Mapeamento de Processos e Falhas e na Árvore da Realidade Atual. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 36 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 130).

MARCONI, M. de A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PESSOA, H. P.; MACHADO JÚNIOR, R. Folhosas: Em destaque no cenário nacional. Campos & Negócios Online. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20alface%20no,Janeiro%2C%20Minas%20Gerais%20e%20Paran%C3%A1.&text=O%20consumidor%20brasileiro%20tem%20%C3%A0,%2C%20roxa%2C%20romana%20e%20mini>. Acesso: 10 abr. 2021.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. Acta paul. Enferm 2007; 20(2):v-vi. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ape/v20n2/a01v20n2.pdf>. Acesso em: 03 de dez. de 2020.

ROELS, K., VANGEYTE, J., LINDEN, V.V., GIJSEGHEM, D.V., 2014. Food losses in Primary production: the case of Flanders. 7p.

WRAP, 2008. The food we waste. Waste & Resources Action Programme, UK. 237 p.

VILELA, N.J., LANA, M.M., Nascimento E. F., MAKASHIMA N. **O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças.** Hortic. Bras. vol.21 no.2 Brasília Apr./June 2003

CAPÍTULO 13

Colletotrichum fructicola CAUSANDO ANTRACNOSE EM FOLHAS DE ANNONA SPP. NO BRASIL

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 13/10/2021

Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-0121-699X

Janaíne Rossane Araújo Silva Cabral
Instituto Federal de Alagoas, Campus Piranhas
Piranhas, AL
https://orcid.org/0000-0001-5878-3077

Jackeline Laurentino da Silva
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-9870-3673

Tiago Silva Lima
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-0882-2677

Sarah Jacqueline Cavalcanti Silva
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0001-93364126

Gaus Silvestre Andrade Lima
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-2910-5896

Iraíldes Pereira Assunção
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0001-5087-0168

RESUMO: O gênero *Colletotrichum* tem sido considerado um dos patógenos fúngicos mais importantes do mundo, causando a doença antracnose que ocorre sobre uma vasta gama de hospedeiros. Em espécies da família Annonaceae a doença causa sérios problemas na produtividade, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. O objetivo do estudo foi identificar espécies do gênero *Colletotrichum* que estão associadas a plantas de pinheira e gravioleira no estado de Alagoas, Brasil. Isolados fúngicos de *Colletotrichum* foram obtidos através de isolamento indireto de folhas de pinheira e gravioleira com sintomas típicos de antracnose em plantios comerciais nos municípios de Maragogi e Estrela de Alagoas. A caracterização molecular dos isolados foi realizada com base nas sequências do genes gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (*GAPDH*), actina (*ACT*), β-tubulina 2 (*TUB*2), calmodulina (*CAL*), quitina sintase (*CHS*-1), superóxido de manganês dismutase (*SOD*) e a região do espaçador transcrito interno (ITS). Sequências consenso dos isolados foram comparadas com as sequências depositadas no GenBank e uma árvore filogenética de inferência bayesiana foi construída para identificação preliminar das espécies de *Colletotrichum*. A caracterização cultural foi realizada mediante a mensuração do crescimento micelial e avaliação do aspecto das colônias dos isolados a 25°C em meio BDA sintético. A caracterização morfológica foi realizada com medições de 50 conídios e apressórios. As colônias eram cinza-claro com bordas esbranquiçadas, cotonoso, apresentavam setores, com taxa de crescimento de 9,0 mm/ dia. Os conídios eram cilíndricos, assépticos,

hialinas, arredondados em ambas as extremidades. O comprimento dos conídios variou de 10,5 a 22,5 µm e a largura de 3 a 6,5 µm. Os apressórios apresentaram-se globosos, clavados, irregulares e melanizados. As médias de comprimento e largura foram de 7,43-5,85 µm, respectivamente. A análise da sequencia multi-locus, juntamente com as características morfoculturais e teste de patogenicidade foi possível comprovar que *C. fructicola* é responsável por causar antracnose em anonáceas no estado de Alagoas.
PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa*. *Annona muricata*. Multi-locus.

Colletotrichum fructicola CAUSING ANTHRACNOSE IN LEAVES OF ANNONA SPP. IN BRAZIL

ABSTRACT: The genus *Colletotrichum* has been considered one of the most important fungal pathogens in the world, causing the anthracnose disease that occurs on a wide range of hosts. In species of the Annonaceae family, the disease causes serious problems in productivity, especially in tropical and subtropical regions. The aim of the study was to identify species of the *Colletotrichum* genus that are associated with pine and soursop plants in the state of Alagoas, Brazil. Fungal isolates of *Colletotrichum* were obtained through indirect isolation of pine and soursop leaves with typical symptoms of anthracnose in commercial plantations in the municipalities of Maragogi and Estrela de Alagoas. Molecular characterization of the isolates was performed based on the gene sequences glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (*GAPDH*), actin (*ACT*), β-tubulin 2 (*TUB2*), calmodulin (*CAL*), chitin synthase (*CHS-1*), superoxide of manganese dismutase (*SOD*) and the internal transcribed spacer (ITS) region. Consensus sequences of the isolates were compared with the sequences deposited in GenBank and a Bayesian inference phylogenetic tree was constructed for preliminary identification of *Colletotrichum* species. Cultural characterization was performed by measuring mycelial growth and evaluating the appearance of the colonies of the isolates at 25°C in synthetic PDA medium. Morphological characterization was performed with measurements of 50 conidia and appressoria. The colonies were light gray with whitish borders, cottony, had sectors, with a growth rate of 9.0 mm/day. The conidia were cylindrical, aseptic, hyaline, rounded at both ends. The length of the conidia ranged from 10.5 to 22.5 µm and the width from 3 to 6.5 µm. The appressoria were globose, nailed, irregular and melanized. Length and width means were 7.43-5.85 µm, respectively. The multi-locus sequence analysis, together with the morphocultural characteristics and the pathogenicity test, it was possible to prove that *C. fructicola* is responsible for causing anthracnose in Annonaceas in the state of Alagoas.
KEYWORDS: *Annona squamosa*. *Annona muricata*. Multi-locus.

1 | INTRODUÇÃO

As anonáceas são dicotiledôneas pertencentes à Família Annonaceae, constituem um grupo pantropical de árvores, arbustos e lianas que abrangem 2.440 espécies distribuídas em 108 gêneros (COUVREUR et al., 2012; CHATROU et al., 2012). O gênero *Annona* compreende frutas de grande importância econômica como, graviola (*Annona muricata* L.), pinha (*Annona squamosa* L.), cherimólia (*Annona cherimola* Mill.) e atemóia (híbrido *A. squamosa* x *A. cherimola*) cultivadas comercialmente em diferentes partes do

mundo (LEMOS, 2014; SÃO JOSÉ et al., 2014; SOBRINHO et al., 2014).

As espécies anonáceas de maior relevância comercial no Brasil são a pinha, graviola e atemoia (SÃO JOSÉ et al., 2014; LEMOS, 2014). As áreas cultivadas se distribuem de Norte a Sul do país, mas é na região Nordeste que as condições são mais favoráveis para o seu desenvolvimento (SOBRINHO et al., 2012; LEMOS, 2014). Nessa região as principais espécies cultivadas são *A. squamosa* e *A. muricata*, naturais de clima tropical, mais encontradas nos Estados da Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Alagoas e Ceará (RIBEIRO et al., 2007; SOBRINHO et al., 2012; SÁ et al., 2017). A graviola e a pinha têm despertado grande interesse no mercado internacional de frutas frescas e processadas, e na produção de biocompósitos de importância medicinal, alelopática ou pesticida (KRINSKI et al., 2014; LEMOS, 2014; KALIDINDI et al., 2015; CHEN et al., 2016; CESAR et al., 2021).

O cultivo comercial das anonáceas ocorre de forma bastante regionalizada, decorrente das exigências climáticas de cada espécie, além de depender dos hábitos de consumo no País. Assim é o caso da graviola e da pinha, cultivadas em climas tipicamente subtropicais e tropicais (SOBRINHO et al., 2011; SOBRINHO et al., 2012). Apesar da demanda do mercado, a produtividade dessas lavouras no Nordeste do país é baixa, atribuída a fatores como o baixo uso de tecnologia e o manejo inadequado de pragas e doenças (SOBRINHO et al., 2011; SOBRINHO et al., 2012; LEMOS, 2014; SÃO JOSÉ et al., 2014). Nesse contexto, as anonáceas estão sujeitas a várias doenças, sendo a antracnose aquela que causa os maiores prejuízos, tendo com agente causal espécies do gênero *Colletotrichum*. O fungo incide sobre folhas, ramos e frutos, em diversas fases do desenvolvimento, ocasionando manchas escuras que podem coalescer. Além de reduzir a produtividade e desqualificar comercialmente as frutas, provoca ferimentos ou lesões que favorecem a infestação de fungos oportunistas e insetos pragas (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

Atualmente diversas espécies do gênero *Colletotrichum* são identificadas com base nas análises filogenéticas juntamente com as características morfológicas e culturais, que vem contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento do patógeno associado a diferentes hospedeiros de importância agrícola ao redor do mundo (SILVA et al., 2017; VELOSO et al., 2018; DAMM et al., 2019). No Brasil, os trabalhos de identificação de *Colletotrichum* spp. em anonáceas ainda são escassos (COSTA et al., 2019). Contudo, o objetivo do estudo foi identificar espécies de *Colletotrichum* associadas a doença antracnose em espécies da família Annonaceae, utilizando análises filogenéticas e caracterização morfológicas e culturais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia Molecular e Virologia Vegetal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) localizado no km 85 da BR 101 Norte (9º27’54.71” S – 35º49’39.27” O),

no município de Rio Largo – AL, distante 27 km da cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas.

Folhas de pinheira (*Annona squamosa* L.) e gravioleira (*Annona muricata* L.) exibindo sintomas de antracnose foram coletadas em plantios comerciais nos municípios de Maragogi e Estrela de Alagoas, Estado de Alagoas, Brasil. Fragmentos do tecido, obtidos da região de transição entre o tecido doente e o sadio, foram desinfestados superficialmente, em álcool a 70% por 30 segundos e hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto, lavados duas vezes em água destilada esterilizada (ADE) e transferidos para placas de Petri com meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). As placas foram mantidas sob temperatura de 25 ºC até o crescimento de hifas fúngicas, onde discos das bordas das colônias foram transferidos para novas placas de Petri contendo meio BDA. Os isolados foram previamente identificados morfologicamente após a esporulação como pertencentes ao gênero *Colletotrichum* (SUTTON, 1980, 1992; WEIR; JOHNSTON; DAMM, 2012; DAMM et al., 2019).

As culturas puras foram obtidas a partir de diluição seriada de uma solução de esporos, até 10^{-5} da concentração inicial. Uma alíquota de 20 μL foi uniformemente distribuída em placas de Petri contendo meio AA (ágar água) usando uma alça de Drigalski. Após 24 horas, o esporo germinado de cada isolado foi transferido para novas placas de Petri contendo meio BDA. As culturas puras foram preservadas pelo método de Castellani (1967), tubos de eppendorf e pelo método de armazenamento por congelamento em tiras de papel-filtro (ALFENAS; MAFIA, 2007). Posteriormente, foram depositadas na Coleção de Culturas de Fitopatógenos da Universidade Federal de Alagoas (COUFAL).

O teste de patogenicidade foi realizado em folhas assintomáticas obtidas de plantas de pinheira (var. Crioula) e gravioleira (var. Morada). As folhas foram lavadas em água corrente, desinfestados superficialmente em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% por 3 minutos, lavados 3 vezes em ADE e secos com papel toalha. A epiderme de cada folha foi lesionada antes da inoculação com auxílio de uma agulha esterilizada. O inóculo consistiu de uma gota (30μL) de suspensão de esporos na concentração de 10^6 conídios/mL, depositados sobre a superfície de folha com 4 repetições para cada isolado. A testemunha foi composta apenas por ADE. As folhas foram acondicionadas em gerbox com papel filtro esterilizado umedecido com ADE e incubados em estufa Biochemistry Oxigen Demand (BOD) a 25 ºC e fotoperíodo de 12 h. Aos 7 dias após a inoculação, as lesões foram observadas e o patógeno reisolado para comprovar a patogenicidade das espécies conforme os postulados de Koch (1882) e posteriormente, verificar as características moleculares e morfoculturais.

A massa micelial dos isolados foi obtida a partir do cultivo em meio de Sacarose-Extrato de levedura-Asparagina (ZAUZA et al., 2007) por 5 dias, sob temperatura de 25±1°C, sem agitação e fotoperíodo de 12 horas. Posteriormente, foi utilizado o protocolo de Doyle e Doyle (1987) para extração do DNA. A amplificação do DNA foi realizada com os

genes gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (*GAPDH*), actina (*ACT*), β-tubulina 2 (*TUB*2), calmodulina (*CAL*), quitina sintase (*CHS*-1), superóxido de manganês dismutase (*SOD*) e a região do espaçador transcrito interno (ITS).

As reações de PCR foram realizadas com tampão 10X (3 µL), MgCl2 50 mM (0,9 µL), 10 mM DNTP (2,4 µL), 10 µM de cada oligonucleotídeo (2 µL), 1U Taq DNA polimerase (0,2 µL) e DNA (1µL) 25ng / µL). O volume final das reações foi ajustado para 30 µL com água Milli-Q autoclavada. Após a amplificação, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose 1,5%, corados com brometo de etídio e observados sob luz UV. Os produtos de PCR foram purificados usando o kit GFX ™ PCR DNA e Gel Band Purification Kit (GE Healthcare), conforme recomendações do fabricante e posteriormente enviados para sequenciamento na Macrogen Inc. (Seoul, Coréia do Sul).

As sequências de nucleotídeos foram editadas com o software Staden Package. Estas foram inicialmente comparadas com o banco de dados de sequências do GenBank usando o algoritmo BLASTn para determinar as espécies com as quais compartilham maior identidade. Com base nos resultados da análise BLASTn, sequências de isolados tipos e outras referências de espécies de *Colletotrichum* disponíveis no GenBank para cada gene e região genômica, foram obtidas para as análises filogenéticas. Alinhamentos múltiplos de sequências foram preparados usando o algoritmo MUSCLE (EDGAR, 2004), implementado no software MEGA v.7 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (TAMURA et al., 2011) para os conjuntos de dados.

As análises de Inferência Bayesiana (BI) foram realizadas com todas as sequências multi-locus (*GAPDH*, *ACT, CAL, CHS-1, SOD, TUB2* e ITS). Os modelos de substituição de nucleotídeos foram estimados separadamente para cada região gênica com Mr. Modeltest 2.3 (POSADA; BUCKLEY, 2004) de acordo ao Akaike Information Criterion (AIC). A robustez de cada ramo individual da árvore foi determinada a partir de 1000 replicações bootstrap.

A árvore filogenética foi construída utilizando o programa MrBayes v. 3.0 b4 (RONQUIST et al., 2012) empregado o método da Markov Chain Monte Carlo (MCMC) no CIPRES web portal (http://www.phylo.org). Quatro cadeias MCMC foram conduzidas simultaneamente, iniciando as árvores aleatoriamente até 10 milhões de gerações, para cada conjunto de dados. As árvores foram amostradas a cada 1.000 gerações resultando em 10.000 árvores. As primeiras 2.500 árvores foram descartadas da análise, como uma fase de *burn-in*. Os valores de probabilidade posterior (RANNALA; YANG, 1996) foram determinados a partir de uma árvore consenso *majority-rule* gerada com as 7.500 árvores remanescentes. As árvores foram visualizadas no programa FigTree v. 1.4 (ztree.bio.ed.ac.uk/software/figtree) e editadas no programa Inkscape 0.91 (https://inkscape.org/pt-br/release/inkscape-0.91). A espécie *Colletotrichum boninense* (CBS123755) foi utilizada como grupo externo (outgroup) na análise.

Na caracterização cultural foi utilizado um disco de meio de cultura BDA contendo o micélio cultivada por sete dias. Este foi transferido individualmente para o centro de

novas placas de Petri contendo 20 mL de meio BDA sintético. O diâmetro das colônias (cm) foi avaliado diariamente tomado no reverso das placas através da mensuração, em dois sentidos, dos diâmetros perpendiculares com o auxílio de uma régua milimetrada, sob temperatura de 25±1 °C e fotoperíodo de 12 horas, aos sete dias foram observados à coloração e aspecto das colônias.

Na caracterização morfológica foi avaliado o tamanho e forma de 50 conídios e 50 apressórios escolhidos aleatoriamente provenientes das estruturas do patógeno crescidos em meio BDA por sete dias. Para a visualização dos esporos foram utilizadas lâminas de vidro, onde foi depositada uma gota (30 μL) de ADE juntamente com os conídios e observadas em microscópico óptico. A formação de apressórios foi realizada utilizando uma gota de suspensão de esporos depositada sobre uma lâmina de vidro estéril acondicionada em placa de Petri forrada com papel filtro estéril umedecido com ADE, para manter o ambiente úmido e permitir a germinação dos conídios. Após 48 horas, os apressórios puderam ser visualizados. As medidas de comprimento e largura dos conídios e apressórios foram obtidas através de imagens capturadas por câmera digital (Olympus IX2-SLP) acoplada ao microscópio óptico com aumento de 400x, projetada em monitor de computador, através do software Cellsenses Standard (SAMSUNG SDC-415®).

3 | RESULTADOS

Os isolados de *Colletotrichum* apresentaram-se patogênicos as folhas de pinheira e gravioleira, induzindo lesões necróticas deprimidas, encharcadas típicas da doença antracnose, aos cinco dias após inoculação. Não foram observados sintomas da doença nas folhas controle.

As características morfológicas obtidas para ambos os isolados (COUFAL1111 e COUFAL7777), apresentaram conídios cilíndricos, asssépticos, hialinas, arredondados em ambas as extremidades. O comprimento dos conídios variou de 10,5 a 22,5 µm e a largura de 3 a 6,5 µm. Os apressórios apresentaram-se globosos, clavados, irregulares e melanizados. As médias de comprimento e largura foram de 7,43-5,85 μm, respectivamente. O aspecto e cor das colônias em meio BDA sintético eram cinza-claro, com bordas esbranquiçadas e cotonoso. A parte inferior das colônias eram uniformemente cinza, apresentando setores em direção às bordas com uma taxa de crescimento de 9,0 mm/dia.

Para confirmar a identidade, sequências parciais de gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (*GAPDH*), superóxido de manganês dismutase (*SOD*), quitina sintase (*CHS*-1), calmodulina (*CAL*), β-tubulina 2 (*TUB2*), actina (*ACT*) e espaçador transcrito interno (ITS) (Nº de acesso do GenBank KX013517 e KX013530) foram inicialmente comparados com o banco de dados de sequências do GenBank usando o algoritmo BLASTn mostrando que os isolados apresentaram 99 e 100% de identidade com a espécie *C. fructicola*. Além disso, a análise de inferência bayesiana usando sequências concatenadas (*TUB2, ACT,*

CAL, CHS-1*, GAPDH, SOD* e ITS), juntamente com sequências adicionais do Genbank colocaram os isolados de *Colletotrichum* em um clado bem suportado com a espécie *Colletotrichum fructicola* (Figura 1).

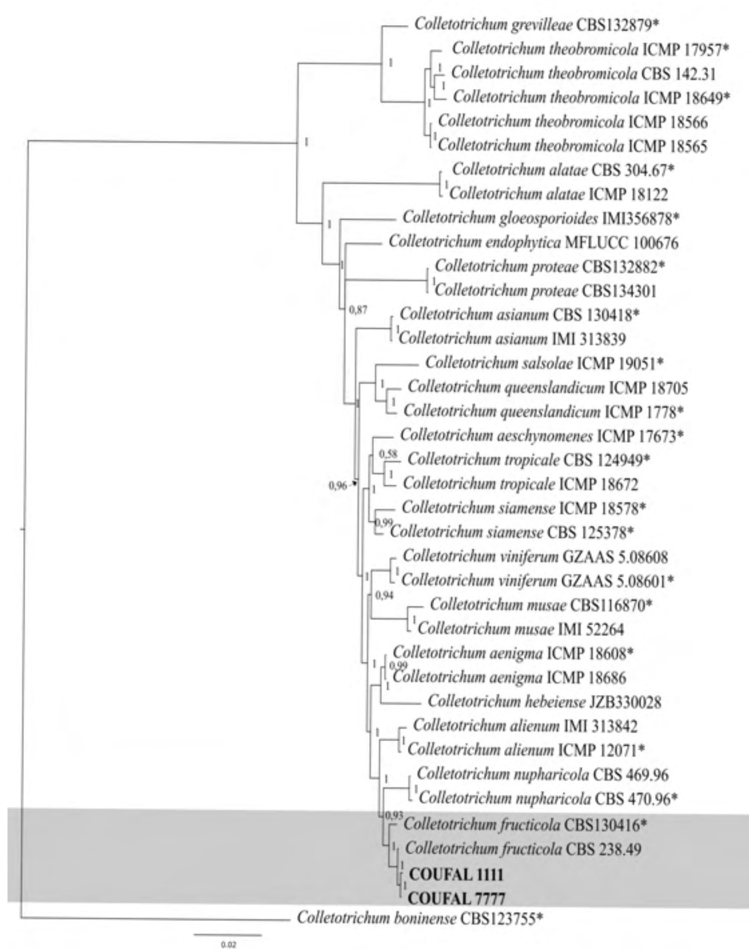


Figura 1: Árvore filogenética de Inferência Bayseana com isolados de *Colletotrichum fructicola*, usando as sequências concatenadas com *GAPDH, ACT, TUB 2, CAL*, *CHS-1, SOD* e ITS. Os valores de probabilidade posterior bayesiana > 0,02 são indicados acima dos nós. As sequências geradas neste estudo estão destacadas em negrito. *Colletotrichum boninense* foi usado como outgroup.

4 I DISCUSSÃO

Neste estudo relatamos a associação da espécie *C. fructicola* à doença antracnose nos plantios comerciais de pinheira e gravioleira no estado de Alagoas, Brasil. O uso das análises filogenéticas multi-locus em conjunto com os estudos morfológicos, culturais e de patogenicidade foram fundamentais para uma análise conclusiva da ocorrência da doença

nas culturas. Visto que, a identificação das espécies do gênero *Colletotrichum* era baseada em análises de sequências da região ITS-rDNA e por isso, não eram distinguidas de forma confiável (CAI et al., 2009).

Colletotrichum fructicola foi originalmente descrito causando sintomas de antracnose em bagas de café (*Coffea arabica* L.) na Tailândia (PRIHASTUTI et al., 2009). Posteriormente, observou-se relatos desse patógeno em diversas culturas de pré e pós colheita de interesse agrícola como: cacau (*Theobromae cacao* L.) no Panamá (ROJAS et al., 2010), frutos de mamão (*Carica papaya* L.) e pimenta (*Capsicum frutensens* L.) na Tailândia (PHOULIVONG et al., 2010), frutos de uva (*Vitis* sp. L.) na China (HUANG et al., 2013), macieira (*Malus sylveltris* L.) nos Estados Unidos e Coréia (WEIR, JOHNSTON, DAMM, 2012; NODET et al., 2019; KIM et al., 2018) e pera (*Pyrus bretschneideri* Rehd) na China (JIANG et al., 2014).

Apresentando uma diversidade de hospedeiros (PHOULIVONG et al., 2010; HUANG et al., 2013; WEIR, JOHNSTON, DAMM, 2012; NODET et al., 2019), *Colletotrichum fructicola* é considerada uma das espécies mais agressivas e dominantes nos pomares de maçã no Uruguai (ALANIZ et al., 2015) e pomares tropicais de manga (*Mangifera indica* L.), ficus (*Ficus racemosa* L.) e café (*Coffea arabica* L.) na Tailândia (UDAYANGA et al., 2013). No Brasil, o patógeno vem se espalhando com muita frequência em frutíferas destancando a macieira (WEIR, JOHNSTON, DAMM, 2012; VELHO et al., 2015), mangueira (LIMA et al., 2013; VIEIRA et al., 2014), caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) (CARRARO et al., 2019) e romã (SILVA-CABRAL et al., 2019), em tubérculo como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (BRAGANÇA et al., 2016) e em palma (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) **(**CONFORTO et al., 2017). Apesar de *C. fructicola* estar associado a várias culturas economicamente importantes ao redor do mundo, em espécies da família Annonaceae, podemos encontrar essa associação apenas no trabalho de Costa et al., 2019 que relatam o patógeno causando sintomas de antracnose em folhas de pinheira (*Annona squamosa* L.) e gravioleira (*Annona muricata* L.).

Os isolados de *Colletotrichum fructicola* induziram sintomas típicos de antracnose em folhas de graviola e pinha consistentes com os sintomas encontrados por Álvarez et al., 2014 e Costa et al., 2019. As características culturais dos isolados apresentaram resultados semelhantes aos estudos de outros autores para a espécie (WEIR, JOHNSTON, DAMM, 2012; COSTA et al., 2019), que descrevem as colônias do gênero *Colletotrichum* como sendo bastante variáveis, apresentando mudanças com a influência das condições de cultivo. Nesse sentido, a aparência macroscópica das culturas é muitas vezes divergente dentro de uma espécie e não são significativas para classificação e diferenciação, onde na maior parte dos casos provavelmente reflete no local de armazenamento das amostras examinadas (DAMM et al., 2012; KAMEI et al., 2014). Em relação as características morfológicas (conídios e apressórios) encontradas no estudo foram semelhantes àquelas descritas em pesquisas anteriores para a espécie (PRIHASTUTI et al., 2009; PENG et

al., 2012; WEIR et al., 2012; DAMM et al., 2019). Contudo, o formato dos conídios e apressórios são de grande importância na identificação das espécies, mas não deve ser considerados o único parâmetro, uma vez que o patógeno pode sofrer influências do ambiente, apresentando alterações na estabilidade das características, sendo necessário a utilização conjunta de outros métodos para um melhor esclarecimento (MENEZES, 2006; CAI et al., 2009).

Os resultados deste estudo proporcionam informações importantes sobre a associação de *Colletotrichum fucticola* causando sintomas de antracnose em cultivos de pinheira e gravioleira no estado de Alagoas. Analogamente, contribuindo com a etilogia do patógeno, gama de hospedeiros e distribuição geográfica que podem ser utilizadas em pesquisas futuras sobre o manejo adequado da doença.

5 I CONCLUSÃO

A análise das sequências multi-locus, juntamente com as características morfoculturais e teste de patogenicidade foi possível comprovar que *Colletotrichum fructicola* é responsável por causar antracnose em anonáceas no estado de Alagoas.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001. Este trabalho também teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL.

REFERÊNCIAS

ALANIZ, S.; HERNÁNDEZ, L.; MONDINO, P. *Colletotrichum fructicola* is the dominant and one of the most aggressive species causing bitter rot of apple in Uruguay. **Tropical Plant Pathology**, v.40, p. 265–274, 2015.

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**, Viçosa: Editora UFV, 2007, 382p.

ÁLVAREZ, E.et al. Diversity and pathogenicity of *Colletotrichum* species isolated from soursop in Colombia. **Plant Pathology**, v.139, p. 325-338. 2014.

BRAGANÇA, C. A. D.; SILVA, L. L. First report of *Colletotrichum fructicola* causing anthracnose in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Brazil. **Plant Disease**, v.100 (4). 2015.

CAI, L. et al. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum.* **Fungal Diversity,** v.39, p.183-204, 2009.

CARRARO, T. A. First Report of *Colletotrichum fructicola*, *C. nymphaeae*, and *C. melonis* Causing Persimmon Anthracnose in Brazil. **Plant Disease,** v. 103 (10), 2019.

CESAR, K. K. F. A. et al. Ação antifúngica de extratos e frações de *Annona muricata* L. sobre *Candida* spp. **Research, Society and Development**, v.10(5), 2021.

CHATROU, L. W. et al. A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169 (1), p. 5–40, 2012.

CHEN, Y. et al. Atividade antitumoral do óleo de semente de *Annona squamosa*. **Journal of Ethnopharmacology,** v.193, p. 362-367, 2016.

CONFORTO, C. et al. First report of *Colletotrichum siamense* and *C. Fructicola* causing cladode brown spot in nopalea cochenillifera in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 99 (3), p. 799-818, 2017.

COSTA, J. F. O. et al. Species diversity of *Colletotrichum* infecting *annona* in Brazil. **European Journal Plant Pathology**, v. 153, p. 69-180, 2019.

COUVREUR, T. L. P. et al. Keys to the genera of Annonaceae. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 169 (1), p. 74–83, 2012.

DAMM, U. et al. The *Colletotrichum boninense* species complex. **Studies in Mycology,** v. 73, p.1-36. 2012.

DAMM, U. The *Colletotrichum dracaenophilum, C. magnum* and *C. orchidearum* species complexes. **Studies in Mycology**, v. 92, p.1-46, 2019.

DOYLE, J.J., DOYLE J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue**. Phytochem Bull**, v.19, p.11-15, 1987.

EDGAR, R.C., MUSCLE: A multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. BMC **Bioinformatics,** v.5, p.1-19, 2004.

HUANG, F et al. *Colletotrichum* species associated with cultivated citrus in China. **Fungal Diversity**, v.61, p.61-74, 2013.

JIANG, J. et al. Identification and characterization of *Colletotrichum fructicola* causing black spot on young fruit related to bitter rot of pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) in China. **Crop Protection,** v. 58, p.41–48, 2014.

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P. **Principais doenças de anonáceas no Brasil: Descrição e Controle,** v. 36, edição especial, p. 55-64, 2014.

KALIDINDI, N. et al. Antifungal and antioxidant activities of organic and aqueous extracts of *Annona squamosa* Linn. Leaves. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 23 (4), p. 795-802, 2015.

KAMEI, S. H. et al. Identificação e caracterização de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose de anonáceas no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v.36, ed. Especial (Janeiro), 2014.

KIM, C. et al. First Report of Anthracnose of Apple Caused by *Colletotrichum fructicola* in Korea. **Plant Disease**, v. 102 (12), 2018.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial Inseticida de Plantas da Família Annonaceae. V Congresso Internacional e Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene a exportação. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, ed. esp., p. 225-242, 2014.

LEMOS, E. E. P. A produção de anonáceas no Brasil. In: Palestra anonáceas – V Congresso Internacional e Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene a exportação. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, p. 77–85, 2014.

LIMA, N.B. et al. Five *Colletotrichum* species are responsible Brazil. **Fungal Diversity**. v.61, p.75-88, 2013.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 3, p.170-179, 2006.

NODET, P. et al. First Report of *Colletotrichum fructicola* Causing Apple Bitter Rot in Europe. **Plant Disease**, v. 103 (7), 2019.

PENG, L. I. et al. *Colletotrichum* species on Citrus leaves in Guizhou and Yunnan provinces, China. **Cryptogamie Mycologie**. v. 33, p. 267-283, 2012.

PHOULIVONG, S. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* in not a common pathogen on tropical fruit. **Fungal Diversity**. v. 44, p. 33-43, 2010.

POSADA, D.; BUCKLEY, T. R. Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of Akaike information criterion and Bayesian approaches over likelihood ratio tests. **Systematic Biology,** v. 53, p. 793-808, 2004.

PRIHASTUTI, H. et al. Characterization of *Colletotrichum* species associated with *coffee berries* in northern Thailand. **Fungal Diversity.** v. 39, p.89-109, 2009.

RANNALA, B.; YANG. Z. Probability distribution of molecular evolutionary trees: a new method of phylogenetic inference. **Journal of Molecular Evolution,** v. 43, p. 304-311, 1996.

RIBEIRO, G. S. et al. Aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29 (4), p. 369-373, 2007.

ROJAS, E. I. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. associated with *Theobroma cacao* and other plants in Panamá: multilocus phylogenies distinguish host-associated pathogens from asymptomatic endophytes. **Mycologia,** v. 102, p. 1318-1338, 2010.

SÁ, G. H. et al. **Análise comparativa de dois protocolos de extração de DNA em** *Annona squamosa*. III Jornada Cientifica – EMBRAPA Meio Norte, 2017. Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211067/1/Terceira-Jornada-Cientifica-00022.pdf>. Acesso: Outubro de 2021.

SÃO JOSÉ, A. R. et al. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira Fruticultura**. v. 36 (1), p.86–93, 2014.

SILVA, J. R. A. et al. Molecular and morpho-cultural characterization of *Colletotrichum* spp. associated with anthracnose on *Capsicum* spp. in northeastern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 42 (4), p. 315-319, 2017.

SILVA-CABRAL, J. R. A. et al. First Report of *Colletotrichum tropicale* Causing Anthracnose on Pomegranate in Brazil. Plant Disease, v.103 (3), 2019.

SOBRINHO, R. B. et al. **Identificação e Monitoramento de Pragas na Produção Integrada da Gravioleira**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos 142, ISSN 2179-8184, 2011. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104023/1/DOC11010.pdf> Acesso: Outubro de 2021.

SOBRINHO, R. B. Produção Integrada de Anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, ed. esp., p. 102-107, 2014.

SOBRINHO, R. B.; MESQUITA, A. L. M.; HAWERROTH, F. J. **Manejo Integrado de Pragas na Cultura da Ata**. Embrapa Agroindústria Tropical, documentos 153, p. 28, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80205/1/CulturadaAta153.pdf> Acesso: Outubro de 2021.

SUTTON, B. C. Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. **The Coelomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 696p, 1980.

TAMURA, K. et al. MEGA 5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. **Molecular Biology and Evolution**, v.28 (10), p. 2731 – 2739, 2011.

UDAYANGA, D. et al. What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits? **Fungal Diversity**, 61(1), 165–179, 2013.

VELHO, A. C. et al. New insights into the characterization of Colletotrichum species associated with apple diseases in southern Brazil and Uruguay. Fungal Biology, v.119 (4), p. 229-244, 2015.

VELOSO, J. S. et al. Why species delimitation matters for fungal ecology: *Colletotrichum* diversity on wild and cultivated cashew in Brazil. **Fungal Biology**, v. 122, p. 677-691, 2018.

VIEIRA, W. A. S. et al. Endophytic species of *Colletotrichum* associated with mango in northeastern Brazil. **Fungal Diversity**, v.67, p.181-202. 2014.

WEIR, B.S.; JOHNSTON, P.R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, v.73, p.115-180, 2012.

CAPÍTULO 14

COMPRIMENTO DE ONDAS DE LASER NA DESIFECÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

Data de aceite: 01/01/2022

Simone de oliveira Lopes
Faculdade Metropolitana São Carlos - Departamento de Medicina
Bom Jesus do Itabapoana-RJ
http://lattes.cnpq.br/3693739091183266

Daniel Rezende de Vargas
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/7154341725452101

Pedro Moreira Agrícola
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/3704205861084835

Paula Aparecida Muniz de Lima
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/3743426965294848

Julcinara Oliveira Baptista
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/3322075474826906

Taisa de Fátima Rodrigues de Almeida
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/6301451149020233

Gardênia Rosa de Lisbôa Jacomino
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/4354770700985049

Maria Luiza Zeferino Pereira
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/2728699312974586

Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
Jerônimo Monteiro-ES
http://lattes.cnpq.br/5340049196888351

José Carlos Lopes
Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Departamento de Agronomia
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/1183524198654764

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho estudar a aplicação de laser no comprimento de

ondas de 402 nm por diferentes tempos de exposição, na desinfecção e qualidade fisiológica de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. Foram utilizadas sementes crioulas de feijão do grupo preto, cultivar Pereira e feijão do grupo comercial Carioca. Os tratamentos foram realizados com comprimento de ondas de 402 nm nos períodos: T1: controle; T2: 6 segundos; T3: 12 segundos; T4: 18 segundos; T5: 24 segundos e T6: 30 segundos. Foram determinados e/ou analisados: teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz e massa fresca e seca das plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. O tratamento a laser proporciona desinfecções significativas nas sementes de feijão. Os tratamentos T5 e T6 para as sementes de feijão do grupo preto, e T2 e T4 para sementes de feijão do grupo comercial Carioca resultaram em uma diminuição significativa no desenvolvimento de fungos. As sementes de feijão Carioca tratadas com laser por seis segundos apresentam maiores médias de germinação e índice de velocidade de germinação, enquanto as sementes crioulas do grupo preto não apresentam alterações significativas.
PALAVRAS-CHAVE: Germinação, vigor, *Phaseolus vulgaris* L.

LENGTH OF LASER WAVES IN DISIFECTING BEAN SEEDS

ABSTRACT: The objective of this work was to study the application of laser at a wavelength of 402 nm for different exposure times, in the disinfection and physiological quality of *Phaseolus vulgaris* L seeds. of the Carioca commercial group. The treatments were carried out with a wavelength of 402 nm in the periods: T1: control; T2: 6 seconds; T3: 12 seconds; T4: 18 seconds; T5: 24 seconds and T6: 30 seconds. The following were determined and/or boosted: water content, germination, germination speed index, shoot and root length and fresh and dry seedling mass. The experimental design used was completely randomized, with four replications of 25 seeds. Laser treatment offers important disinfections in bean seeds. Treatments T5 and T6 for beans from the black group, and T2 and T4 for bean seeds from the commercial group Carioca resulted in a decreased decrease in fungal development. The seeds of Carioca bean treated with laser for six seconds have the highest germination averages and germination speed index, while the seeds of the black group do not show relevant changes.
KEYWORDS: Germination, vigor, *Phaseolus vulgaris* L.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura que apresenta destacada importância em muitos países, principalmente por apresentar elevado teor de nutrientes e proteínas, além de apresentar outros compostos benéficos à saúde humana. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, atrás apenas do Myanmar e da Índia, com uma produção estimada para safra de 2020/21, de 3.250 mil toneladas, em uma área de 2.945,9 mil hectares (FAOSTAT, 2019; CONAB, 2021).

O feijão é fonte de alimentação básica do brasileiro e de grande parte da América Latina, e uma das principais explorações agrícolas do Brasil, além disso, apresenta um alimento rico em proteínas para a dieta humana. Uma das principais causas da diminuição

na produção de feijão está no estabelecimento da cultura em campo, assim, o uso de sementes de alta qualidade definem a qualidade do estande final para estabelecimento (SILVA et al., 2014). A tecnologia de sementes é um segmento do processo de produção e como forma de melhorar o vigor e a produção, busca melhorar a qualidade das sementes, pois sementes de alta qualidade proporcionam alta porcentagem de germinação, uniformidade e garantia de estande final vigoroso (MENDONÇA et al., 2003).

A qualidade da semente é um fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada, e o armazenamento é uma técnica fundamental na manutenção de sua qualidade fisiológica, destacando-se como um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Além disso, a qualidade fisiológica pode afetar indiretamente a produção da lavoura, pois afeta a velocidade e a porcentagem de emergência, e consequentemente o crescimento e desenvolvimento das plantas em função das características iniciais do estande, e também o rendimento de grãos, devido a influencia no vigor das plantas (TEKRONY; EGLI, 1991).

O vigor das sementes é de extrema importância, pois tem efeito direto no acúmulo de massa seca pela planta, e determina juntamente com a germinação a formação de plântulas normais. Sementes que apresentam baixo vigor apresentam redução na velocidade de germinação, no crescimento inicial de plântulas, na área foliar, no acúmulo de massa seca e pode culminar com a formação de plântulas anormais, favorecendo a suscetibilidade a ação de microrganismos nas sementes (SCHUCH et al., 2000).

Outro aspecto que deve ser observado no momento da colheita da semente e no seu armazenamento é a condição sanitária, pois, durante o processo de maturação das sementes, estas são submetidas a condições adversas, como as condições climáticas, e podem sofrer o ataque de insetos e microorganismos comprometendo a qualidade fisiológica das sementes e favorecendo assim, o processo de deterioração das mesmas (HENNING et al., 2011).

Os fungos podem se desenvolver nas sementes armazenadas e se manifestar quando expostas a condições favoráveis, como a umidade relativa do ar e temperaturas entre 28 e 35 ºC (DHINGRA, 1985). Sob essas condições, as estruturas do patógeno podem ficar viáveis por um período nas sementes e se constituírem no inóculo primário para o desenvolvimento de epidemias, destacando-se que os principais grupos de fungos que se desenvolvem nessas condições são dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, como contaminantes ou micélios dormentes entre os tecidos do pericarpo ou do tegumento das sementes (NEERGAARD, 1979; MACHADO, 1988; MACHADO, 2000).

Desta forma, ao realizar o teste de germinação, o processo de desinfecção das sementes é uma alternativa muito utilizada, considerada mais simples, de baixo custo e eficiente no controle de doenças fúngicas, esse processo pode diminuir ou eliminar a presença destes nas sementes (MANCINI; ROMANAZZI, 2014). Diversos trabalhos

utilizam agentes desinfestantes como o hipoclorito de sódio (NaClO), Silva e Silva (2000) utilizaram na assepxia de sementes de feijoeiro 0,02% de hipoclorito de sódio durante três minutos, para realização de teste de envelhecimento acelerado, no entanto com o aumento do tempo ocorreu aumento da incidência de fungos. O uso de álcool etílico 70% por 1 min e hipoclorito de sódio a 2% com ácido acético em sementes de feijoeiro foi eficiente no controle de fungos dos gêneros *Aspergillus* sp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* sp., F*usarium* spp. E *Rhizopus* spp., estes são agentes menos prejudiciais a qualidade fisiológica das sementes (TOMAZI et al., 2019).

A laserterapia pode ser considerada como um método novo ou uma tecnologia alternativa no controle de patógenos, restringindo a utilização indiscriminada de produtos químicos que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana, leva à procura por tecnologias alternativas (COPPO et al., 2017).

Visando melhorar as técnicas de controle e a diminuição dos índices de doenças fungicas nas sementes, objetivou-se com este trabalho estudar a aplicação de laser no comprimento de ondas de 402 nm por diferentes tempos de exposição, na desinfecção e qualidade fisiológica de sementes de *Phaseolus vulgaris* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAE-UFES), município de Alegre-ES. Foram utilizadas sementes crioulas de feijão do grupo preto, cultivar Pereira e feijão do grupo comercial Carioca.

As sementes crioulas de feijão do grupo preto, cv Pereira e grupo comercial Carioca, foram colhidas na Fazenda Ponte da Braúna, distrito de Rive, localizado na cidade de Alegre-ES, nas coordenadas geográficas de 20º 45`50” S e 41º 31`58” W, com altitude média de 250 m e 20º 45’ S e 41º 29’ W e altitude de 138 m, respectivamente, oriundas da safra 2021/1. O clima da região, segundo a classificação internacional de Köppen, é do tipo Cwa, tropical quente úmido, com inverno frio e seco (INMET, 2020).

As sementes de feijão foram submetidas ao tratamento com laser em diferentes tempos de exposição (0; 6; 12; 18; 24 e 30 segundos) com comprimento de ondas de 402 nm. Posteriormente foram realizadas as seguintes análises:

Teor de água da semente - determinado com duas repetições, pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Germinação - conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em placas de Petri forradas com papel tipo germitest umedecido com água destilada na proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco, mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura de 25 ºC. As avaliações foram

feitas após quatro e nove dias da semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente, até o 9° dia, o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (MAGUIRE, 1962).

Comprimento da parte aérea - determinado após nove dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada plântula da amostra e o resultado expresso em cm $plantula^{-1}$.

Comprimento da raiz - determinado após nove dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se do colo da planta e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta-1.

Massa fresca e seca das plântulas - determinada após nove dias da semeadura, em balança analítica (0,0001 g). Após a obtenção da massa fresca, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo *Kraft*, mantidas em estufa de convecção a 60 ºC por 72 horas (massa constante) e os resultados expressos em g $plântula^{-1}$.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com duas variedades (carioca e preto) independentes e dentro de cada variedade seis tempos de exposição (0; 6; 12; 18; 24 e 30 segundos), com quatro repetições de 25 sementes. As médias foram comparadas pelo teste F em nível de 5% de probabilidade e realizou-se o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de feijão preto, após a aplicação do laser apresentaram menores médias de teor de umidade, independente do tempo de exposição (Tabela 1). O mesmo foi observado para sementes do feijão carioca, exceto para as sementes submetidas aos tratamentos T5 eT6 que não apresentaram diferença significa no teor de umidade quando submetidas ao tratamento com laser (Tabela 2). Entretanto, Moreira et al. (2002), estudando a caracterização da transmissão do laser em sementes de feijão para três diferentes espessuras (1; 2 e 4 mm) e dois teores de umidade (9,5 e 23,5% b.u.), observaram que quanto maior o teor de água, maior é a penetração do laser no tecido da semente.

Enes (2005) estudando a interação dinâmica de interferência da água em tecidos vivos e tecidos mortos de sementes de feijão, observou ser possível utilizar o *biospeckle* laser, que uma técnica desenvolvida para análise da atividade de materiais biológicos, nível de atividade e presença de parasitos, monitoramento de umidade, para diferenciar níveis de atividade em diferentes faixas de umidade e o quanto o teor de água influência nos resultados, dentre outros atributos.

Tratamentos	Antes	Após
T1	9,5 bA[1]	7,5 aB
T2	10,0 abA	8,0 aB
T3	12,5 aA	8,0 aB
T4	11,9 aA	7,8 aB
T5	12,3 aA	8,3 aB

[1]As médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 1 - Umidade (%) de sementes crioulas de feijão do grupo preto, cv Pereira, antes e após serem tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: T1: controle; T2: seis segundos; T3: 12 segundos; T4: 18 segundos; T5: 24 segundos e T6: 30 segundos.

Tratamentos	Antes	Após
T1	11,6 aA[1]	9,1 aB
T2	9,5 bA	7,7 bB
T3	10,5 bA	8,4 bB
T4	9,9 bA	9,2 aA
T5	8,7 bA	8,4 bA

[1]As médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Umidade (%) de sementes de feijão do grupo comercial carioca, antes e após serem tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: T1: controle; T2: seis segundos; T3: 12 segundos; T4: 18 segundos; T5: 24 segundos e T6: 30 segundos.

As características analisadas germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, massa fresca e massa seca de plântulas não apresentaram diferença estatística (Tabela 3). A análise da qualidade fisiológica da semente busca resultados confiáveis em um curto período de tempo, para obtenção da tomada de decisão rápida durante as etapas de produção de sementes (DIAS; MARCOS FILHO, 1996). Zucareli et al. (2015) estudando diferentes lotes armazenados (cultivar) de sementes de feijão carioca verificaram através dos teste de germinação e vigor que sementes de feijão do lote 1 (cultivar Carioca Precoce) e lote 3 (IAC Carioca) apresentaram melhor qualidade fisiológica em relação ao lote 2 (IAC Carioca Tibatã).

Os tratamentos a laser não influenciaram negativamente na germinação e crescimento das plântulas de *Phaseolus vulgaris* L. (Tabela 3). O uso de novas técnicas está sendo eficiente no controle de fungos e bactérias de sementes, como o uso de terapia fotodinâmica em sementes de *Brassica napus* L. var. *oleífera* foi eficiente para o controle da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *Campestres*, que não pode ser controlada com tratamento químico, pois não tem efeito positivo (ZANCAN; TEBALDI, 2020). A terapia fotodinâmica é uma técnica que é muito utilizada na área médica e odontológica, consistindo na associação de um corante sensível a luz a um comprimento de ondas específico, que

quando o fotossensibilizador é ativado e os microorganismos expostos a esta irradiação luminosa provoca a formação de espécies reativas de oxigênio, inativando-os (DENIS et al., 2011).

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (g)	MS (g)
T1	99 a1	6,11 a	7,8 a	5,0 a	0,849 a	0,122 a
T2	89 a	5,50 a	7,9 a	7,3 a	0,719 a	0,136 a
T3	93 a	5,76 a	8,2 a	7,9 a	0,702 a	0,061 a
T4	93 a	5,78 a	6,4 a	5,7 a	0,887 a	0,114 a
T5	93 a	5,74 a	8,1 a	5,9 a	0,788 a	0,124 a
T6	96 a	5,90 a	8,6 a	6,4 a	0,564 a	0,082 a

[1]As médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 3 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de feijão do grupo preto, cv Pereira, cujas sementes foram tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: T1: controle; T2: seis segundos; T3: 12 segundos; T4: 18 segundos; T5: 24 segundos e T6: 30 segundos.

Observa-se que o lote de sementes recém-colhidas apresentou alta qualidade fisiológica, pois apresentaram altas porcentagens de germinação, acima de 89% independentemente dos tratamentos aplicados (Tabela 3).

A porcentagem de contaminação não foi contabilizada, no entanto, poucas sementes apresentaram-se contaminadas por fungos (Figura 1). Sementes de alta qualidade sanitária e fisiológica apresentam alta porcentagem de germinação, rápida e uniforme.

As sementes dos tratamentos T5 e T6, ou seja, tratadas com laser por 24 e por 30 segundos, respectivamente, apresentaram menor infestação por fungos, enquanto aquelas dos tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram maior infestação pelo fungo *Penicillium* sp., sendo o tratamento T2 o mais afetado por esse fungo (Figura 1). Os danos causados pelos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são variáveis e culminam com a morte da semente em função da deterioração causada pela presença de micotoxinas e aumento na taxa respiratória, além do gênero *Fusarium* sp., agente causador da podridão da raiz do feijoeiro (CONCEIÇÃO et al., 2016; NASERI; HAMADANI, 2017). Contudo, de acordo com Ramalho e Abreu (2015), cultivares de feijão com caraterísticas agronômicas imprescindíveis para serem utilizadas em melhoramento, devem apresentar características desejáveis como alta produtividade, adaptações às regiões de cultivo e resistência aos principais patógenos.

Os fungos destacam-se entre os microrganismos associados às sementes como responsáveis por causar vários danos, tanto na fase de campo, pós-colheita e durante o

armazenamento (MEDEIROS et al., 2016). E o seu manejo com o uso indiscriminado de produtos químicos como fungicidas, nematicidas e inseticidas fatalmente causarão danos ao meio ambiente e à saúde humana, para o quê se deve trabalhar na busca de tecnologias alternativas, principalmente se não houver o desenvolvimento de cultivares resistentes (LAMICHHANE et al., 2016; COPPO et al., 2017).

Quando a infecção for generalizada pelo fungo *Penicillium* spp., deve-se evitar o tratamento da sementes com a utilização de raios laser, embora tenha sido observado que no tratamento das sementes de alfafa houve controle de patógenos e aumento na porcentagem de germinação, e quando aplicado somente uma vez, seu efeito se revelava ineficiente (WILCZEK et al., 2005).

Controle



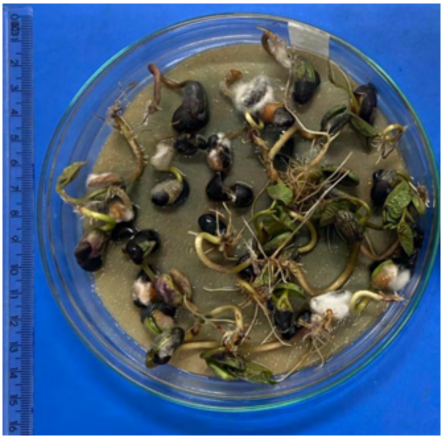
6 segundos



12 segundos

18 segundos





24 segundos

30 segundos

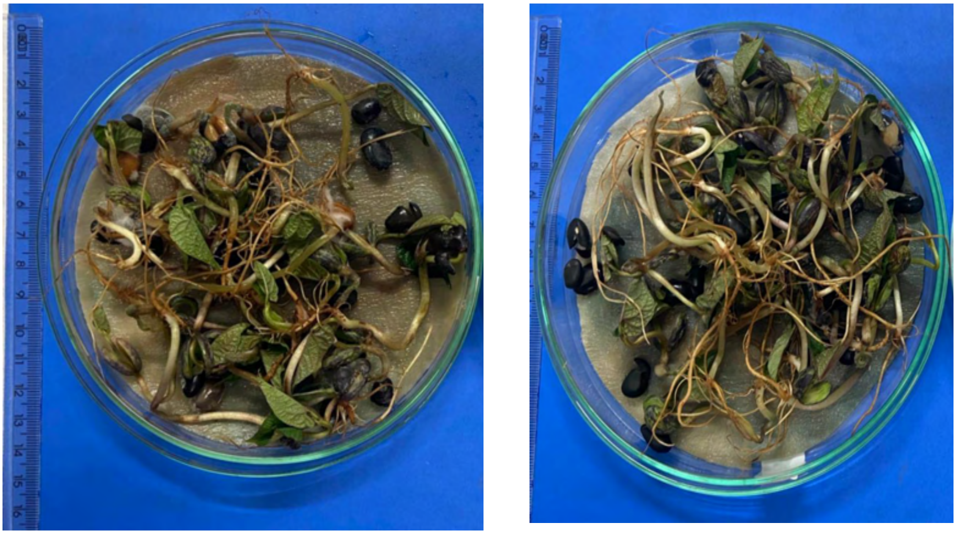


Figura 1 - Plântulas oriundas de sementes crioulas de feijão do grupo preto, cv Pereira, tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: 0; 6; 12; 18; 24 e 30 segundos.

As sementes submetidas ao tratamento com laser por seis segundos (T2) apresentaram maiores médias de germinação e índice de velocidade de germinação, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T1, T4, T5 e T6 (controle, 18; 24 e 30 segundos). No entanto, as sementes de feijão Carioca tratadas com laser por 12 segundos (T3) apresentaram menores médias de germinação e índice de velocidade de germinação, apresentando diferença significativa apenas para o tratamento com laser por seis segundos (T2) (Tabela 4). Contudo, observou-se que houve germinação em todos os tratamentos feitos com laser, com valores superiores a 83% e considerou-se que o lote de sementes escolhido apresentava alto vigor (BRASIL, 2009), sugerindo que os tratamentos feitos com laser neste comprimento de ondas não afeta a qualidade fisiológica das sementes. De acordo com Brasil (2013), as sementes apresentam-se acima dos requisitos legais para a comercialização, de acordo com a Instrução Normativa nº 45/2013, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece como germinação mínima para sementes de feijão, para fins de comercialização de 80%.

As sementes submetidas aos tratamentos T1, T2, T3 e T5 apresentaram maiores médias de comprimento da parte aérea das plântulas. Contudo, para o comprimento da raiz as maiores sementes foram observadas nas sementes submetidas aos tratamentos T2, T3, T5 e T6. Para as massas fresca e seca das plântulas não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (g)	MS (g)
T1	95 ab[1]	5,91 ab	8,4 abc	6,3 bc	0,922 a	0,126 a
T2	96 a	5,92 a	10,0 a	7,5 abc	1,103 a	0,167 a
T3	83 b	5,13 b	7,8 abc	8,7 ab	1,233 a	0,165 a
T4	84 ab	5,23 ab	7,3 bc	5,69 c	0,970 a	0,145 a
T5	92 ab	5,68 ab	9,6 ab	9,2 a	1,121 a	0,162 a
T6	94 ab	5,83 ab	6,9 c	7,0 abc	0,873 a	0,152 a

[1]As médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

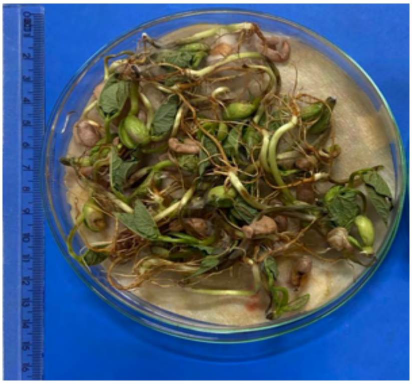
Tabela 4 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de feijão do grupo comercial carioca, cujas sementes foram tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: T1: controle; T2: seis segundos; T3: 12 segundos; T4: 18 segundos; T5: 24 segundos e T6: 30 segundos.

As sementes dos tratamentos T2 e T4 (seis e 18 segundos, respectivamente) (Figura 2) apresentaram baixo nível de infestação de fungos, enquanto nos demais tratamentos, as sementes apresentaram quantidades significativas de infestação, cuja análise evidenciou a presença de *Penicillium* sp.

Controle

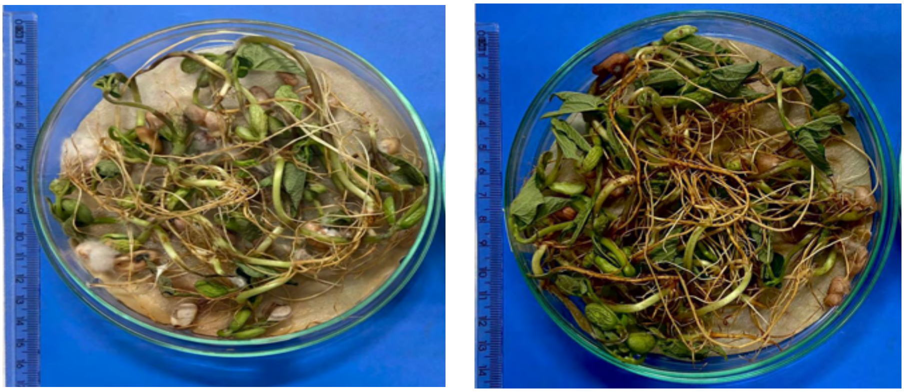


6 segundos



12 segundos

18 segundos



24 segundos **30 segundos**

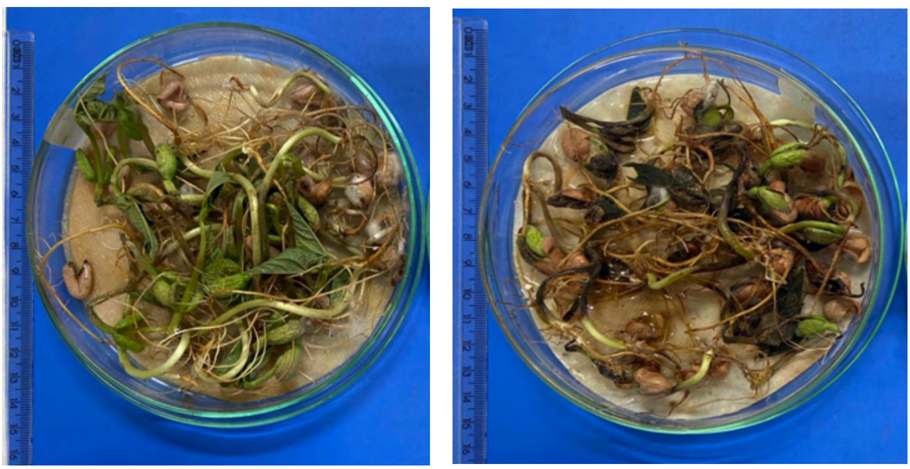


Figura 2 - Plântulas oriundas de sementes de feijão do grupo comercial Carioca, tratadas com comprimento de ondas de 402 nm por diferentes períodos: 0; 6; 12; 18; 24 e 30 segundos.

CONCLUSÃO

O tratamento a laser (402 nm) não proporciona alterações significativas na germinação e no vigor de sementes crioulas de feijão do grupo preto, cv Pereira.

Os tratamentos T5 e T6 (24 e 30 segundos, respectivamente), resultam em uma diminuição significativa no desenvolvimento de fungos nas sementes crioulas de feijão do grupo preto, cv Pereira.

As sementes de feijão do grupo comercial Carioca, tratadas com laser por seis segundos, com comprimento de ondas de 402 nm, apresentam maiores médias de germinação e índice de velocidade de germinação.

Os tratamentos T2 e T4 (seis e 18 segundos, respectivamente), resultaram em uma diminuição significativa no desenvolvimento de fungos na sementes de feijão do grupo comercial Carioca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento de instalações e equipamentos disponibilizados à pesquisa; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de doutorado e mestrado a terceira e quinta autora, respectivamente; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro e bolsas de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela concessão de bolsa de PIBIC a sexta autora e taxa de pesquisa ao último autor (Edital FAPES Nº 19/2018 – Taxa de pesquisa - Processo FAPES nº 82195510).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Regras para análise de sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

BRASIL - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa MAPA 45/2013**. Brasília, DF. 2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementesemudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2021.

CONAB - **Companhia Brasileira de Abastecimento**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos. Acesso em: 10 de setembro de 2021.

CONCEIÇÃO, G. M.; LÚCIO, A. D.; MERT-HENNING, L. M.; HENNING, F. A.; BECHE, M.; ANDRADE, F.F.D. Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 1020-1024, 2016.

COPPO, J. C.; STANGARLIN, J. R.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 2, p. 92-99, 2017.

DENIS, T. G.; DAI, T.; IZIKSON, L.; ASTRAKAS, C.; ANDERSON, R. R.; KAMBLIN, M. R.; TEGOS, G. P. All you need is light: Antimicrobial photoinactivation as an evolving and emerging discovery strategy against infectious disease. **Virulence**, v.2, n.6, p.509-520, 2011.

FAOSTAT. **Crops**. 2019. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Acesso em: 27 de setembro de 2021.

HENNING, F. A.; JACOB JUNIOR, E. A.; MERTZ, L. M.; PESKE, S. T. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 316-321, 2011.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2020. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/. Acesso em: 07 de outubro de 2021.

LAMICHHANE, J. R.; DACHBRODT-SAAYDEH, S.; KUDSK, P.; MESSÉAN, A. Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture. **Plant Disease**, v. 100, n. 1, p. 10-24, 2016.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1988.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças.** Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 13p.

MANCINI, V.; ROMANAZZI, G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. **Pest Management Science**, v. 70, n.6, p. 860–868, 2014.

MEDEIROS, J. G. F.; ARAUJO NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 47-58, 2016.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; FESSEL, S. A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. - var. Itálica). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, p. 18-24, 2003.

MOREIRA, M. F. B.; BRAGA JÚNIOR, R. A.; BORÉM, F. M.; RABAL, H. J.; RABELO, G. F.; FABBRO, I. M. D.; TRIVI, M. R.; ARIZAGA, R. Caracterização da transmissão da luz laser em semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 2, p. 119-125, 2002.

NASERI, B.; HAMADANI, S. A. Characteristic agro-ecological features of soilpopulations of bean root rot pathogens. **Rhizosphere**, v. 3, p. 203-208, 2017.

NEERGAARD, P. **Seed pathology.** London: MacMillan, 1979. 2p.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2021.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Obtenção de Cultivares. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**: do Plantio à Colheita. Viçosa: UFV, 2015. 384 p.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000.

SILVA, M. A. D.; SILVA, W. R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa agropecuária brasileira,** v. 35, n. 3, p. 599-608, 2000.

SILVA, M. M.; SUZA, H. R. T.; SOUZA DAVID, A. M. S.; SANTOS, L. M.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente On-line,** v. 8, n. 1, p. 97-103, 2014.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v. 31, p. 816-822, 1991.

TOMAZI, Y.; BONOME, L. T. S.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Métodos de assepxia em sementes de feijão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 2, p. 229-237, 2019.

WILCZEK, M.; KOPER, R.; CWINTAL, M.; KORNIOWICZ-KOWALSKA, T. Germination capacity and health status of hybrid alfalfa seeds after laser treatment. **International Agrophysics**, v. 19, p. 257-261, 2005.

ZANCAN, N. L. B.; TEBALDI, N. D. Terapia fotodinâmica no controle de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris in vitro* e no tratamento de sementes de canola naturalmente contaminadas. **Summa Phytopathologica,** v. 46, n. 4, p. 327-332, 2020.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JUNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 8, p. 803–809, 2015.

CAPÍTULO 15

DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO ALTERNATIVO DE EXTRAÇÃO A FRIO DE ÓLEO DA POLPA DE PEQUI

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 20/10/2021

Cassia Roberta Malacrida
Universiade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras
Assis – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2114367431104728

Rafael Silva Naito
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras
Assis – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/4298049934928760

RESUMO: O desenvolvimento de métodos alternativos de extração de compostos com potencial bioativo visando a eliminação ou redução do uso de solventes orgânicos é uma tendência mundial. Além do foco na sustentabilidade, estes métodos visam aumentar a qualidade do produto final. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação de ultrassom como pré-tratamento na extração a frio de extratos lipossolúveis da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). A melhor combinação dos parâmetros para extração do óleo foram obtidos pela metodologia de superfície de resposta. A otimização do processo indicou um máximo de rendimento para os parâmetros massa / solvente (m / m) de 1 / 1,1 e potência do ultrassom de 80 W. A aplicação de ultrassom nestas condições durante 20 minutos aumentou o rendimento em óleo da prensagem em 11,1%.

PALAVRAS-CHAVE: ultrassom; extração; óleo; pequi.

DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE PROCESS FOR THE COLD EXTRACTION OF PEQUI PULP OIL

ABSTRACT: The development of alternative methods for extraction of bioactive compounds in order to eliminate or reduce the use of organic solvents is a global trend. Besides the focus on sustainability, these methods aim to increase the quality of the final product. Thus, this project aims to evaluate the application of ultrasound as pretreatment combined with cold extraction of fat-soluble extracts of pequi pulp (*Caryocar Brasiliense* Camb.). The best combination of extraction parameters was obtained with the response surface methodology. The optimum extraction parameters were sample / solvent (w / w) of 1 / 1.1 and ultrasonic power of 80 W. Application of ultrasound in these conditions for 20 minutes increased the pressing oil yield of 11.1%.

KEYWORDS: ultrasound; extraction; oil; pequi.

1 I INTRODUÇÃO

O pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.) é considerado uma espécie de interesse econômico para a população do Cerrado, principalmente devido ao uso de seus frutos na culinária, como fonte de vitaminas e na extração de óleos. A extração do óleo da polpa é, geralmente, realizada em pequena escala por processo artesanal que emprega água quente,

sendo este processo demorado e de baixo rendimento. Além disso, as altas temperaturas empregadas podem influenciar na qualidade do produto final.

A pesquisa por fontes alternativas de óleos e gorduras com atributos nutricionais e farmacêuticos que atendam tanto a indústria alimentícia como oleoquímica vem se tornando de vital importância. Além de fontes alternativas, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de métodos diferenciados de extração, utilizando processos tecnológicos mais sustentáveis e agregando maior qualidade ao produto final.

A extração utilizando ultrassom tem sido reconhecida para aplicação industrial nas indústrias de alimentos e fármacos devido a sua larga aplicação na extração de compostos naturais como as vitaminas A, D e E e compostos antioxidantes e fitoquímicos, como flavonóides, alcalóides, óleos, fenóis, ésteres de ácidos graxos, esteroides, entre outros (DA PORTO et al., 2013; HERNÁNDEZ-SANTOS et al., 2016; MALICANIN et al., 2014). É uma técnica simples e rápida que consome pouca energia, tempo e reagentes originando produtos de alta qualidade com bom rendimento do processo (VINATORU, 2001).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um processo de extração combinando a prensagem a frio com aplicação de ultrassom como pré-tratamento visando a obtenção de óleo da polpa de pequi.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para os experimentos de extrações utilizou-se a polpa e a amêndoa do pequi. Os frutos foram obtidos no CEASA – Centrais de Abastecimento de Campinas – SP, provenientes do estado de Goiás no período da safra de 2013/2014. A polpa (mesocarpo interno) e a amêndoa foram separados da parte externa das sementes (endocarpo) e cortadas manualmente, utilizando faca comum, em pequenos pedaços para facilitar os procedimentos posteriores de secagem e aplicação do ultrassom.

2.1 Prensagem a frio

Para a extração por prensagem a frio sem pré-tratamento a polpa e a amêndoa foram secas em estufa com ciculação de ar a temperatura de 40 °C por 24 horas. A extração dos óleos foi realizada utilizando uma mini prensa hidráulica (PH 10, Nowak, Brasil) sendo aplicada uma força de 0,5 ton/cm^2 durante uma hora. Após este período de tempo, o óleo obtido foi pesado para cálculo do rendimento, acondicionado em frasco de vidro âmbar e armazenado em freezer (-18 °C) para análises posteriores. O rendimento do processo de extração (%) foi calculado como a relação entre a massa de matéria-prima seca (MS) e a massa em óleo (MO) obtida após o processo de extração.

2.2 Pré-tratamento com ultrassom

A aplicação de ultrassom como pré-tratamento foi realizada utilizando uma sonda

ultrassônica de potência (Sonic Ruptor 400, Omni International, EUA). A matéria prima previamente picada foi misturada com água destilada e submetida à aplicação de ultrassom a uma frequência de 20 KHz por um intervalo de tempo de 5 minutos. A proporção matéria prima / água destilada assim como a potência de aplicação do ultrassom foram otimizados, utilizando o programa MINITAB 16 (Minitab Inc., EUA), visando o maior rendimento em óleo. Para tanto, utilizou-se um delineamento experimental obtendo-se 13 diferentes sistemas nos quais a proporção polpa / água destilada variou de 1 / 0,9 a 1 / 5, em base seca, e a potência do ultrassom de 63 a 160 Watts. Após a aplicação do pré-tratamento com ultrassom, a mistura polpa / água destilada foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C por 24 horas e submetida, a seguir, a extração por prensagem a frio como descrito anteriormente.

Visando Avaliar o tempo de aplicação do ultrassom, após a otimização do processo, repetiu-se as extrações utilizando as condições ótimas de proporção polpa / água destilada e potência do ultrassom em tempos de 5, 10 e 20 min.

2.3 Morfologia

Amostras da polpa de pequi após a secagem em estufa com e sem aplicação de pré-tratamento foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) visando observar a influência do ultrasom na microestrutura da matéria prima.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de rendimento (% bs) para os experimentos de aplicação de ultrassom como pré-tratamento na prensagem a frio da polpa de pequi variando-se a relação polpa (massa em base seca) / solvente (água destilada) e a potência do ultrassom.

Experimento	Massa / solvente (m / m)	Potência (W)	Rendimento (% bs)
1	1 / 1,5	120	40,4
2	1 / 1,5	120	41,1
3	1 / 1	80	44,0
4	1 / 1,5	120	45,6
5	1 / 1,5	176	43,8
6	1 / 1,5	63	38,9
7	1 / 3	160	26,3
8	1 / 1,5	120	30,0
9	1 / 1,5	120	29,5
10	1 / 1	160	28,7

11	1 / 3	80	28,0
12	1 / 5	120	35,5
13	1 / 0,9	120	29,7
Prensagem sem aplicação de ultrassom	-	-	32,4 ± 1,8*

*Média (n=3) ± erro padrão.

Tabela 1. Delineamento experimental e rendimento em óleo da polpa de pequi obtido após aplicação de ultrassom como pré-tratamento na extração por prensagem a frio.

A aplicação de ultrassom como pré-tratamento melhorou, de maneira geral, o rendimento em óleo da prensagem a frio da polpa do pequi, sendo observadas quantidades de óleos extraídos de até 45,6%. Pôde-se verificar ainda que a maturidade do fruto também influencia no rendimento do processo de extração. Ao se comparar os experimentos 1, 2, 4, 8 e 9 que apresentam os mesmos parâmetros para relação massa / solvente e potência do ultrassom, podem-se verificar diferenças nas porcentagens de rendimento de até 16%. Embora os frutos sejam provenientes de uma mesma safra e localidade há variações de grau de manutenção que puderam ser observadas pela consistência e coloração da polpa.

A metodologia de superfície de resposta foi aplicada para otimizar o rendimento em óleo da polpa de pequi após aplicação de ultrassom como pré-tratamento na prensagem a frio. Na Figura 1 é apresentado o gráfico de contorno obtido pela análise de superfície de resposta variando-se a relação polpa (massa em base seca) / solvente (água) e a potência do ultrassom.

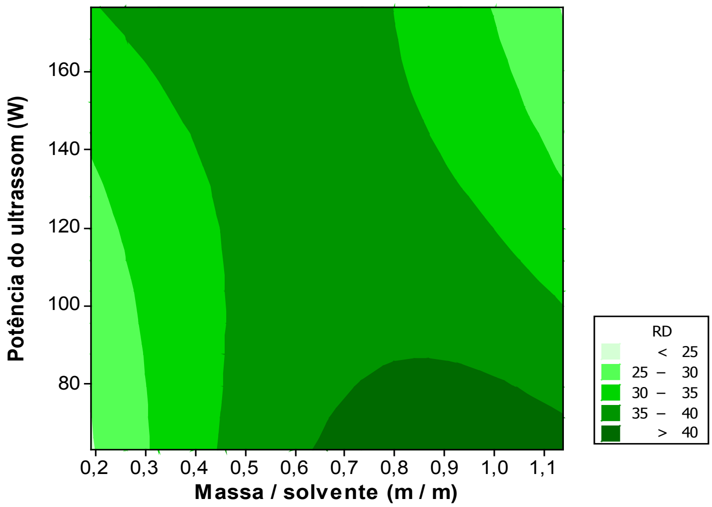


Figura 1. Efeito das proporções de massa / solvente e a potência do ultrassom no rendimento de óleo da polpa de pequi obtido por prensagem a frio.

Analisando a Figura 1 observa-se que a região do gráfico que corresponde a maior porcentagem de rendimento em óleo é aquela que apresenta menor potência do ultrassom (abaixo de 80 W) e a maior relação massa / solvente (a partir de 0,65 ou 1 / 1,5 aproximadamente).

De acordo com a análise de variância, as interações massa / solvente x massa / solvente e massa / solvente x potência do ultrassom foram significativas ($p<0,05$), indicando que a combinação entre quantidade de polpa, solvente e potência do ultrassom influenciam de maneira significativa no rendimento do processo. A otimização do processo indicou um máximo de rendimento para os parâmetros massa / solvente (m / m) de 1 / 1,1 e potência do ultrassom de 80 W. Assim, visando verificar a influência do tempo de permanência do material no ultrassom foram realizadas extrações utilizando estes parâmetros em diferentes tempos (Tabela 2).

De acordo com a Tabela 2 observou-se que o tempo de aplicação do ultrassom na amostra foi significativo com relação ao rendimento em óleo. A aplicação de ultrassom durante 20 minutos nas condições otimizadas aumentou o rendimento da extração por prensagem em 11,1%.

Tempo (min)	**Rendimento (%)**
5	20,9 ± 2,6 c
10	28,1 ± 3,7 b
20	36,0 ± 2,0 a

* Médias (n = 3) ± erro padrão seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente (Teste de Tuckey, $p < 0,05$).

Tabela 2. Rendimento em óleo da polpa de pequi obtido após aplicação de ultrassom em diferentes tempos como pré-tratamento na extração por prensagem a frio.

Na figura 2 são apresentadas as imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) da polpa de pequi seca sem pré-tratamento (A e C) e com pré-tratamento (B e D). Pode-se observar a ruptura causada pela energia de cavitação do ultrassom na estrutura da polpa, tornando-a mais porosa. A cavitação refere-se a formação, crescimento e violento colapso de microbolhas que causam inúmeros efeitos físicos como turbulência, aglomeração de partículas e ruptura celular.

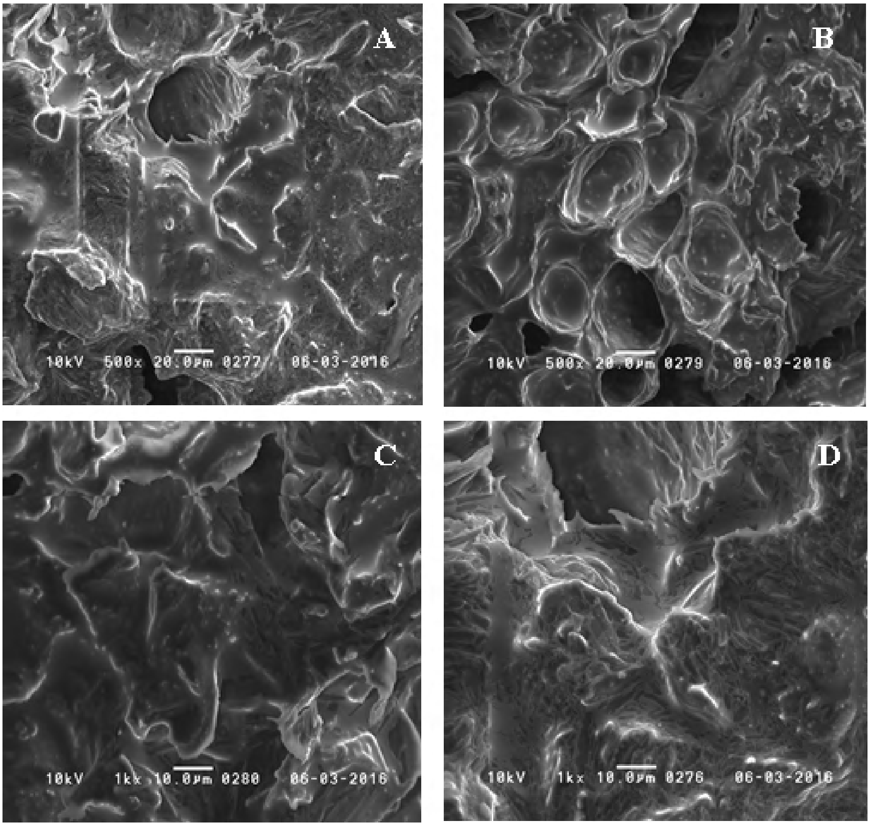


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura para amostras de polpa de pequi secas sem pré-tratamento (A e C) e com pré-tratamento (B e D).

Estudos tem relatado que a aplicação de ultrassom em matrizes vegetais causam alteração nas paredes celulares, facilitando, assim, a extração de conteúdos intracelulares (BALACHANDRAN et al., 2006; SANTOS et al., 2015). As análises das imagens obtidas na MEV permitem concluir que o aumento no rendimento de extração com aplicação do ultrassom pode ser explicado pelos efeitos físicos evidenciados na superfície das partículas. Na figura 2C, pode-se observar maiores regiões em que a superfície da polpa aparece pouco danificada se comparada a figura 2D em que a aplicação do ultrassom originou áreas com maior porosidade.

4 | CONCLUSÕES

A aplicação de ultrassom como pré-tratamento na extração a frio melhorou o rendimento em óleo da polpa do pequi, verificando-se que a interação massa / solvente, potência e tempo de aplicação do ultrassom apresentaram influência significativa ($p<0,05$) no rendimento do processo. A aplicação do ultrassom alterou a microestrutura da polpa de pequi, tornando-a mais porosa e facilitando a extração do óleo durante a prensagem.

Análises químicas da composição do óleo obtido por este processo serão realizadas para observar a possível interferência do ultrassom na qualidade do mesmo.

REFERÊNCIAS

BALACHANDRAN, S.; KENTISH, S. E.; MAWSON, R.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonic enhancement of the supercritical extraction from ginger. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 13, p. 471-479, 2006.

DA PORTO, C.; PORRETTO, E.; DECORTI, D. Comparison of ultrasonic-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 20, p. 1076-1080, 2013.

HERNANDEZ-SANTOS, B.; HERMAN-LARA, E.; TORRUCO-UCO, J. G.; CARMONA-GARCIA, R.; JUÁREZ-BARRIENTOS, J. M.; CHÁVEZ-ZAMUDIO, R.; MARTINEZ-SÁNCHEZ, C. R. Effect of oil extraction assisted by ultrasound on the physicochemical properties and fatty acid profile of pumpkin sed oil (*Cucurbita pepo*). **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 31, p. 429-436, 2016.

MALICANIN, M.; RAC, V.; ANTIC, M.; PALADE, L. M.; KEFALAS, P.; RAKI, V. Content of antioxidants, antioxidant capacity and oxidative stability of grape seed oil obtained by ultra sound assisted extraction. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, p. 989-999, 2014.

SANTOS, P.; AGUIAR, A. C.; BARBERO, G. F.; REZENDE, C. A.; MARTINEZ, J. Supercritical carbon dioxide extraction of capsaicinoids from malagueta pepper (*Capsicum frutescens* L.) assisted by ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 22, p. 78-88, 2015.

VINATORU, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 8, p. 303-313, 2001.

CAPÍTULO 16

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA CERTIFICACIÓN FORESTAL EN EL EJIDO NOH BEC, QUINTANA ROO, MÉXICO

Data de aceite: 01/01/2022
Fecha de entrega: 07/10/2021

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo
Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya
Quintana Roo, México

Jorge Antonio Torres Pérez
Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo
Estado de México

Martha Alicia Cazares Moran
Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya
Quintana Roo, México

Alicia Avitia Deras
Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya
Quintana Roo, México

Cecilia Loría Tzab
Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya
Quintana Roo, México

Claudia Palafox Bárcenas
Directora Ejecutiva de Tropica Rural Latinoamericana A.C

Roger Andrés Tamay Jiménez
Estudiante de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de la Zona Maya

RESUMEN: La certificación forestal es un mecanismo del mercado cuya finalidad es favorecer la gestión sostenible de los bosques y que el consumidor pueda identificar los productos "provenientes de bosques bien manejados". El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto socioeconómico de la certificación forestal en el ejido Noh Bec en Quintana Roo, México para determinar si contribuye a fortalecer el desarrollo ejidal y permite desarrollar las capacidades locales y formar nuevos actores que participen en el manejo forestal responsable.

Para la realización del proyecto se aplicaron encuestas para recabar información sobre los impactos sociales, económicos y ambientales en la comunidad. Después del análisis de resultados se concluye que el ejido si ha tenido mejoras en aspectos sociales y la certificación ha sido una oportunidad para abrir oportunidades para acceso a proyectos que impactan al desarrollo comunitario. La percepción general indica que la certificación forestal es un avance para el ejido.

PALABRAS CLAVE: Certificación forestal, manejo forestal, comunidades forestales, impacto social.

ABSTRACT: Forest certification is a market mechanism which purpose is to promote sustainable forest management and that the consumer can identify products "from well-managed forests". The objective of this research was to assess the socio-economic impact of forest certification on ejido Noh Bec in Quintana Roo, Mexico, to determine whether it contributes to strengthen the development of the ejido, allowing for the development of local capacities and the training of new actors involved in a responsible

forest management. For this project surveys were conducted to gather information on social, economic, and environmental impacts on the community. The analysis of the results brings to the conclusion that ejido has have improvements in social aspects, and their certification has been a springboard to open opportunities for access to projects that impact to community's development. The general perception indicates that the forest certification is an improvement for the ejido.
KEYWORDS: Forest certification, forest management, forest communities, social impact.

1 I INTRODUCCIÓN

El manejo comunitario en México en su mayoría es de índole social, se estima que el 80 % de los bosques y selvas pertenecen a comunidades y ejidos, lo que vincula estrechamente la conservación a los grupos sociales y el manejo que estos le den. El aprovechamiento forestal comunitario es relativamente reciente en México, inició en la década de los 80´s cuando se integraron al aprovechamiento maderable. Anteriormente, los ejidatarios o comuneros eran propietarios de las tierras, pero no tenían el derecho de aprovechar la madera, estaba concesionada a las Unidades Industriales de Explotación Forestal que tenían los derechos de aprovechamiento y solamente pagaban un derecho de monte a las comunidades.

En la década de los 80´s esta concesión se terminó y las comunidades reclamaron el derecho de aprovechamiento.

De acuerdo a Arguelles y Cortez (1995) el surgimiento de actores sociales interesados en el manejo y aprovechamiento forestal de los bosques, ha rendido frutos: 6 mil familias campesinas se han agrupado en cinco sociedades civiles forestales, y tienen un concepto de desarrollo rural compartido a partir del aprovechamiento racional de los bosques (economía forestal comunal). Sus organizaciones son estructuras útiles para dinamizar el desarrollo rural, tanto para campesinos como para el propio gobierno. Prueba de ello es el desarrollo que se manifiesta en varios ejidos, ya que no sólo han crecido como ejidos forestales (algunos cuentan con maquinaria de extracción y aserrío), sino que han hecho coinversiones con el gobierno para mejorar la calidad de vida en el medio rural (calles, parques y telecomunicaciones, principalmente).

El manejo forestal comunitario se ha convertido en una opción válida que permite combinar el objetivo de consolidación y mejora del bienestar de las poblaciones locales con el desafío de conservar los bienes y servicios del bosque. Sin embargo, poco sabemos de las condiciones del entorno externo e interno que ayudan a fortalecer el manejo forestal comunitario. (Sabogal, 2008), estos aspectos de organización y factores que influyen en la gobernanza y apropiación de los recursos naturales son la clave para entender los procesos sociales que favorecen el uso sustentable de los recursos.

La conservación de los espacios naturales por iniciativa de sus propietarios en México, parece tener antecedentes históricos, pues existen muchos casos de comunidades

indígenas, establecidas antes de la llegada de los españoles, que han logrado mantener la posesión de sus tierras y sus recursos naturales en diversos momentos en los que se ha intentado apropiarse de su territorio. Es importante resaltar que la mayor parte de las áreas forestales del país son propiedad de comunidades y ejidos, y esta condición de permanencia se debe a varios factores como son: las restricciones que presentan estas áreas para el desarrollo productivo de la agricultura y ganadería convencional; el interés de las comunidades en proteger sus bosques y aprovecharlos adecuadamente; o simplemente por el hecho de que se tratan de terrenos que sirven como reservorios del territorio que no se les ha dado aún un uso productivo. (Anta, 2007)

Los ejidos forestales de Quintana Roo de forma voluntaria han incursionado en la certificación de manejo forestal, este es el caso del ejido Noh Bec que obtuvo la certificación por buen manejo forestal con el sello internacional FSC, en este contexto es necesario que se evalúen los impactos socioeconómicos que trae la certificación forestal.

Como parte del seguimiento a la certificación, el Forest Stewardship Council, organismo internacional que coordina la certificación forestal, solicita un informe de la Evaluación del Impacto Social que describa los beneficios directos e indirectos generados por la actividad forestal en la población de la zona. En México, se estima que el 80 % de los bosques son propiedad de ejidos y comunidades, en estos casos, el informe debe incluir una descripción de la participación social sobre todo en las decisiones sobre los recursos naturales, así como una descripción de las formas de reinvertir las utilidades de la operación forestal ya sea en la empresa, el bosque y/o las actividades de beneficio social.

La Certificación Forestal comunitaria como instrumento de conservación, que brinda certidumbre sobre el buen manejo forestal de los ecosistemas forestales se presenta como una de las formas más viables de conservar los ecosistemas forestales. Es un proceso voluntario en el que una tercera parte independiente evalúa el proceso del manejo forestal y asegura, mediante un certificado, que la gestión de un bosque se lleva a cabo cumpliendo un conjunto de criterios, indicadores y normas previamente establecidos.

De acuerdo a la FAO (2019) la certificación forestal es un mecanismo del mercado para fomentar la utilización y la gestión sostenibles de los bosques y para que el consumidor pueda identificar los productos "producidos de manera sostenible". El objetivo es reconocer el buen manejo de los poseedores de ecosistemas forestales e impulsarlos a seguir prácticas forestales sostenibles, evitando malas prácticas de manejo que pueden tener repercusiones negativas en aspectos económicos, sociales y ambientales. Una etiqueta de certificación en un producto forestal significa que el producto proviene de bosques bien manejados y fue producido de conformidad con un conjunto de normas determinadas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto socioeconómico de la certificación forestal en el ejido Noh Bec en Quintana Roo para determinar si contribuye a fortalecer el desarrollo ejidal y permite desarrollar las capacidades locales y formar nuevos actores que participen en el manejo forestal responsable.

2 I METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza por ser un estudio de campo en el que se implementaron visitas y entrevistas a los líderes de la comunidad, así como aplicación de encuestas a trabajadores y ejidatarios in situ. Es un estudio descriptivo pues se plasma la percepción de los beneficios que la certificación forestal ha traído a la comunidad. Los datos se presentan de acuerdo a los resultados en campo. Se inició con una revisión bibliográfica para caracterizar el poblado.

Para realizar el monitoreo se elaboró una encuesta estructurada con 46 items solicitando información a los ejidatarios y trabajadores de aspectos sociales, ambientales, económicos y la percepción del impacto de la certificación forestal. Se tomó como base los criterios e indicadores de manejo forestal del FSC para estructurar las preguntas.

Con la participación del equipo de Tropica Rural Latinoamericana A.C. y alumnos del Instituto Tecnológico de la Zona Maya se encuestó aleatoriamente a ejidatarios y/o trabajadores del ejido.

Para calcular la muestra se tomó como población el número de familias registradas en los censos económicos 2010 del INEGI, calculándose con un nivel de confiabilidad del 95 % y un error máximo del 15 %. De acuerdo al INEGI (2010) en el ejido Noh Bec existen 505 familias, con base en esta estadística, se calculó una participación de 32 personas, de los cuales el 84 % fueron hombres y el 16 % mujeres el rango de edades fue de 21 a 78 años con una edad promedio de 55 años. De la muestra, el 84 % fueron ejidatarios y el 16 % trabajadores del ejido.

RESULTADOS

Datos generales

La localidad Noh Bec está situada en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto (en el Estado de Quintana Roo) Noh-Bec se encuentra a 49.9 kilómetros (en dirección Norte) de la localidad de Felipe Carrillo Puerto, que es la que más habitantes tiene dentro del municipio. Hay 2045 habitantes, de cuales 1031 son hombres o niños y 1014 mujeres o niñas. 1217 de la población de Noh Bec son adultos y 188 son mayores de 60 años. Cabe mencionar que el poblado no se encuentra dentro del territorio ejidal y en el poblado conviven pobladores del ejido Cuauhtémoc y pobladores provenientes de otros estados que no pertenecen a ningún ejido.

Del total de la población, el 28,17% proviene de fuera del Estado de Quintana Roo. El 8,51% de la población es analfabeta (el 6,69% de los hombres y el 10,36% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 6.86 (7.10 en hombres y 6.61 en mujeres). En el año 2005, en Noh Bec había 1883 habitantes. Es decir, ahora hay 162 personas más (una variación de 8,60%). De ellas, hay 56 hombres más (una variación de 5,74%), y 106 mujeres más

(una variación de 11,67%).

Infraestructura y servicios

Para llegar al poblado se cuenta con camino pavimentado, cuenta con servicio de combis y camionetas hacia la capital del estado con un tiempo de recorrido de 1.5 hrs. Cuentan con servicio de agua potable en los hogares, alumbrado público, panteón, agencia municipal, tiendas de abarrotes, farmacia, centro de salud y cancha deportiva. Cuentan con escuelas a nivel prescolar, primaria, secundaria y preparatoria.

Población Indígena

El 30,24% de la población es indígena, y el 11,83% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

Marginación

De acuerdo a datos del INEGI, desde 1995 a 2010, el poblado Noh Bec ha tenido fluctuaciones entre grado de marginación medio y alto. Pasando de un índice de marginación de -1.012 (Medio) en 1995 a -0.767 (Alto) en 2010.

Desempleo y economía

El 37 % de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 29 % de los hombres y el 8 % de las mujeres).

Viviendas e infraestructuras

En Noh-Bec hay 586 viviendas. De ellas, el 98,02% cuentan con electricidad, el 93,66% tienen agua entubada, el 96,04% tiene excusado o sanitario, el 47,33% radio, el 89,11% televisión, el 76,63% refrigerador, el 72,28% lavadora, el 22,18% automóvil, el 9,70% una computadora personal, el 20,40% teléfono fijo, el 17,82% teléfono celular, y el 1,19% Internet.

Participación social

La asistencia de los encuestados en las asambleas ejidales reporta un 84 % de asistencia continua y un 13 % que asiste de vez en cuando, al igual que la participación en las decisiones ejidales en donde el resultado coincide con las personas que siempre asisten (84%) y un 9 % menciona que solamente participa cuando le interesa el tema a tratar.

En cuanto a la antigüedad en el ejido la muestra fue muy variable, se tomaron rangos de 5 años y solamente el 6 % son ejidatarios que tienen de 1 a 5 años, por lo que prácticamente todos los encuestados participaron en el proceso de certificación de manejo forestal del ejido, el 9 % tienen de 6 a 15 años, el 31 % de 16 a 30 años, y el 50 % de 31 años en adelante. En cuanto a los años de trabajar con el ejido, sea permanentemente o eventualmente, el 13 % respondió que tiene de 1 a 5 años, el 9 % entre 6 y 15 años, y el 44 % tiene de 16 años en adelante. Esto refleja que la participación en los trabajos ejidales es continua para los trabajadores y ejidatarios.

Aspectos económicos

Para evaluar los aspectos económicos de preguntó la participación de los miembros de la familia en el ingreso familiar, la fuente principal de ingresos y la dependencia económica de las utilidades que el ejido les reparte a partir del manejo y aprovechamiento forestal.

El 63 % de las familias de los encuestados dependen solamente del ingreso del ejidatario o trabajador y el 19% cuentan con la aportación de dos miembros de la familia y 19 % restante fluctúa entre 3 y 8 personas que aportan recursos económicos al hogar.

Las principales fuentes de ingresos fueron del sueldo como trabajador, el 19 % de la actividad forestal y el 16 % de las utilidades del ejido. Esto se traduce como la actividad relacionada con el ejido y el aprovechamiento forestal son la base de la economía ejidal.

Cabe mencionar que no se reportaron remesas dentro del ejido, lo que significa que la migración a los Estados Unidos no está impactando en la población ejidal. Las utilidades provenientes del ejido son utilizadas en un 38% para cubrir emergencias, el 31 % lo utiliza como un ingreso extra y el 22 % como un ahorro familiar.

El 34 % de los encuestados afirmó que existe fluctuación en el monto de las utilidades, el 28 % afirma que se entrega lo mismo desde hace 5 años cantidad muy similar (22%) afirma que han disminuido y un 6 % percibe un aumento cada año. Cabe mencionar que se preguntó específicamente por utilidades ejidales y no empresariales.

Destaca que no se reportaron remesas dentro del ejido, lo que significa que la migración a los Estados Unidos no está impactando en la población ejidal.

Aspectos de impacto social

Para evaluar los aspectos sociales se tomó como base la mejora en servicios y mejoras a las viviendas partiendo de cinco años atrás, así como la percepción personal de las condiciones de servicios públicos, problemas sociales y respeto a la cultura, tradiciones y reglamentos.

En cuanto a los servicios dentro de las viviendas, se refleja que en el ejido ya se contaba con televisión por cable, agua potable, electricidad, refrigerador y lavadoras desde hace 5 años, se refleja una mejora en telefonía celular, y drenaje principalmente, seguido

del acceso a internet. Es de notarse la disminución en el uso de estufas, esto puede deberse al costo del gas y se ve influenciado por el acceso a leña para el consumo doméstico.

Se preguntó por mejoras en el hogar en los últimos 5 años y la mayoría reportó mejoras en el cambio de techo de palma a lámina y de lámina a concreto. El 34 % respectivamente pusieron luz eléctrica y agua potable dentro del hogar, el 25 % ahora cuenta con baño dentro de la casa y el 22 % con piso de concreto o losetas.

A pesar de reportar mejoras en el hogar, el 59 % de los encuestados mencionan que el nivel de vida está igual que hace 5 años, el 25 % percibe mejoras y solamente el 13 % piensa que está peor.

Los cambios en las condiciones sociales y de servicios en el poblado refleja mejoras en todos los aspectos excepto en apoyo para el aprovechamiento de no maderables y becas para estudiantes en donde las condiciones se perciben iguales que hace cinco años.

Si se realiza una ponderación general de la mejora en los servicios de la comunidad, el 61 % percibe mejoras, el 34 % piensa que las condiciones no han cariado y solamente el 4 % percibe que los servicios son peores, especialmente en becas para estudiantes.

En la percepción de los problemas sociales, destaca el alcoholismo y la drogadicción con un impacto alto. Es de notarse que la mayoría de los problemas sociales fueron catalogados con impacto medio, lo que significa que si están presentes con riesgo a aumentarse. Destaca la visión de que no existen problemas agrarios ni parcelarios lo que significa que la delimitación del ejido y las parcelas es respetada.

Actividades económicas complementarias

En cuanto a las actividades económicas complementarias al ingreso de utilidades destacan los servicios al turismo, el 56% de los encuestados realizan estas actividades, esto se puede deber a la cercanía del puerto de Mahahual al poblado. La agricultura, venta de madera, la actividad forestal y carpintería son actividades complementarias con una representación del 22 % cada una, los servicios dentro del poblado tuvieron un 16 %, esto puede significar el crecimiento de la actividad económica en el poblado.

Las actividades económicas son diversificadas en el ejido, sin embargo, la salida de la población hacia los centros turísticos es para tomarse en cuenta.

Percepción del manejo ejidal

Para los aspectos de manejo ejidal se tomaron en cuenta aspectos de administración de recursos financieros, naturales y sociales, y se planteó una valoración de buena, regular o mala. En el ejido Noh Bec destaca la percepción de un buen manejo ejidal, destacando el respeto a las costumbres, tradiciones y lugares de significado cultural.

Los aspectos de asistencia técnica y manejo de la administración fueron los que presentaron resultados “regular” con un 28 %. Cabe mencionar que no destaca ningún

aspecto como mala administración.

La participación en el ejido ha sido en su mayoría con fajinas (53%), seguido de trabajos temporales con un 47 % de la muestra, un 38 % ha colaborado como directivo del comisariado ejidal y el 28 % tiene un empleo fijo. (Figura 12), esto refleja que el ejido ha mantenido las relaciones de equidad en la distribución de trabajos.

Respecto a los servicios que ofrece el ejido a los pobladores destaca la creación de empleos permanentes y temporales, capacitación para trabajos forestales, servicio de agua potable, traslados por emergencias, pago de servicios médicos. Los resultados se muestran en la figura 12, es pertinente destacar que el ejido ha otorgado diversos beneficios a la población, falta trabajar en los servicios de incorporación al IMSS.

Uso y protección de recursos naturales

Un aspecto importante que está en la administración ejidal es el uso de los recursos naturales por parte de los ejidatarios. Los resultados reflejan que la población hace uso directo de los recursos naturales, destacando el uso de madera, leña y palizada, los cuales son usados por el más del 60 % de la muestra.

Se encuentran entre el 40 y 50 % de uso la palma de guano, el uso de parcela para milpa y el aprovechamiento de frutos silvestres.

Entre el 20 y 30 % de la muestra producen carbón, y realizan cacería de fauna silvestre. Solamente el 13 % reporta actividad chiclera.

Para medir las tendencias de aprovechamiento de recursos se preguntó la percepción del aprovechamiento comparado con la cantidad aprovechada hace cinco años.

Más del 50 % de muestra perciben que se sigue aprovechando lo mismo, únicamente se percibe una disminución constante en la madera, fauna y el chicle.

En contraste con los resultados de las tendencias de aprovechamiento en donde reportan seguir aprovechando lo mismo, el 59% cree que los recursos naturales se conservarán en la condición actual los próximos 10 a 20 años, el 16 % los próximos 5 años, el 25 % piensa los recursos durarán de 50 a 100 años.

Para medir las tendencias de aprovechamiento de recursos se preguntó la percepción del aprovechamiento comparado con la cantidad aprovechada hace cinco años.

Más del 50 % de muestra perciben que se sigue aprovechando lo mismo, únicamente se percibe una disminución constante en la madera, fauna y el chicle.

En contraste con los resultados de las tendencias de aprovechamiento en donde reportan seguir aprovechando lo mismo, el 59% cree que los recursos naturales se conservarán en la condición actual los próximos 10 a 20 años, el 16 % los próximos 5 años, el 25 % piensa los recursos durarán de 50 a 100 años.

En la percepción de problemas ambientales es que no existen en el ejido. Destaca la protección contra incendios forestales en la que manifiestan que no se presentan en el

ejido. Como se presenta en la figura 16, la variable que tuvo más percepción de problema ambiental fue la basura en las calles del poblado y la desecación de cuerpos de agua. Los problemas en donde hay una percepción de regular son la contaminación del agua, la desecación de cuerpos de agua y la basura en las calles.

Certificación

Para la medición del impacto de la certificación se realizaron preguntas relacionadas en principio con el conocimiento de la misma, el 78 % si conoce que es la certificación, lo que nos indica que existe una comunicación por y acuerdos de la certificación. El 94% si está de acuerdo en que el ejido está certificado, sin embargo, únicamente el 44 % conoce el proceso de certificación y el 38 % conoce los costos implicados. Esto refleja que en términos generales se conoce, pero no se involucra a la comunidad en el proceso administrativo de la certificación.

Para los impactos se realizó una lista de aspectos de manejo involucrados en la certificación forestal, usando una escala comparativa (mejor, igual, peor) del manejo después de la certificación.

En términos generales el 69% piensa que el manejo es mejor, el 29 % que es igual y el 2 % que es peor.

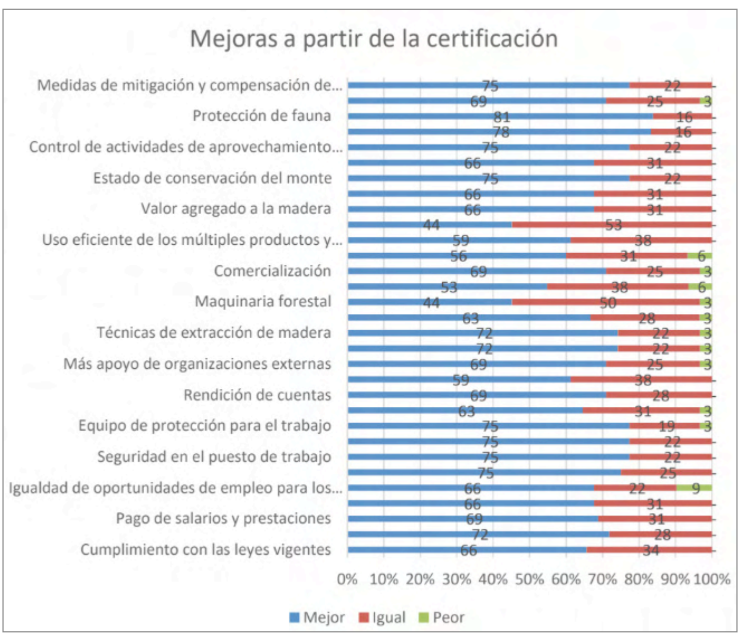


Figura 1. Mejoras a partir de la certificación.

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas.

Las áreas en donde se perciben las principales mejoras de manejo a partir de la certificación son el Valor agregado a la madera, Mejores precios por la madera, Estado de conservación del monte, Ubicación de zonas de conservación y/o protección, Control de actividades de aprovechamiento (No maderables, leña, palizada, frutos, cacería, pesca), Conservación de la diversidad biológica. (Fauna, pantas, paisajes, etc.), Protección de fauna y Protección de cuerpos de agua y suelos.

En los aspectos de Promoción de especies poco conocidas o menos utilizadas, así como productos forestales no maderables, Maquinaria forestal más del 50 % de la muestra piensan que no hay avances.

El área en donde más del 30 % de los encuestados no perciben cambios son Cumplimiento con las leyes vigentes, Pago de salarios y prestaciones.

Respeto a los derechos ejidales de uso de recursos (maderables y no maderables) Libertad para organizarnos como trabajadores, Diversificación de productos aprovechados, Venta de más madera. Uso eficiente de los múltiples productos y servicios del bosque.

CONCLUSIONES

En los ejidos o pueblos pequeños, es difícil diferenciar los beneficios que la población obtiene respecto al ámbito de gestión, pues las autoridades ejidales están estrechamente ligadas a la administración gubernamental, sin embargo, el aprovechamiento forestal fue la base del desarrollo comunitario es esta actividad dio pie a la diversificación. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el ejido ha tenido mejoras en los últimos cinco años, principalmente a los servicios y las condiciones de vida, el manejo de los recursos naturales refleja impactos positivos y la percepción de mejora y protección de los mismos.

En la administración ejidal se refleja una percepción de buen manejo con áreas de oportunidad en la administración y los servicios técnicos ejidales.

La certificación ha sido una oportunidad de mejora en aspectos de oportunidades de trabajo, acceso a nuevos proyectos que impactan al desarrollo comunitario.

El 88 % de la muestra opina que la certificación forestal es un avance para el ejido y el 94 % que la certificación impulsa el manejo forestal, por otro lado, el 94 % sabe que en el ejido existen Bosques de Alto Valor de Conservación.

México debe apostarle a apoyar a las comunidades forestales para que logren la organización interna necesaria para tener una producción sustentable, no solamente otorgar proyectos aislados que deterioran más el recurso forestal. Si no existe la organización comunitaria lo más probable es que los ecosistemas forestales se deterioren o sufran cambio de uso de suelo para realizar actividades más rentables.

El manejo forestal en México está en manos de los ejidos y comunidades. Se ha demostrado que con una organización social es factible que el aprovechamiento forestal funcione como base de la economía local y a la vez conserve los ecosistemas forestales.

Aunque existen casos exitosos de manejo forestal y conservación, la tendencia hasta ahora ha sido la deforestación y la degradación de los bosques y selvas de México. Las áreas forestales han perdido en 30 años, la mitad de su capacidad productiva. Este deterioro, es paralelo al proceso general que se observa en el país, al menos en los últimos 20 años de retirada de los programas de fomento a la producción en el campo. (Chapela, 2012). Los ejidos certificados son casos exitosos de organización social y productiva, por lo que la percepción positiva del impacto de la certificación se puede ver cómo un indicador de buen manejo. La Certificación no es sinónimo de mejores precios para la madera, sin embargo, constituye una mejora en la protección de los recursos naturales, así como mayor acceso a programas de desarrollo forestal.

REFERENCIAS

Anta F. Salvador. (2007) Áreas Naturales de Conservación Voluntaria. Estudio elaborado para la Iniciativa Cuenca. Disponible en https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/areas_naturales_de_conservacin_voluntaria.pdf.

Argüelles Suárez Alfonso y Cortez Daniel González. 1995. Uso y conservación comunal de las selvas en el sureste mexicano. Gaceta ecológica N. 36. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 110p.

Chapela, Francisco (Coord). (2012) Escenario para el Manejo Forestal Sostenible en México. En estado de los bosques de México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Obtenido de. http://www.ccmss.org.mx/descargas/Estado_de_los_bosques_en_Mexico_final.pdf.

CONAPO. (2010) Índices de marginación. Autor.

FAO. (2019). Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Autor. Disponible en: http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-certification/forest-certification/es/.

INEGI. (2010) Censo de población y vivienda. Autor.

Larson Anne M., Barry Deborah, Ram Dahal Ganga y Pierce Colfer Carol J. (Editores) 2010. Bosques y derechos comunitarios. Las reformas en la tenencia forestal. Center for International Forestry Research. ISBN: 978-602-8693-10-3.

Sabogal César, De Jong Wil, Pokorny Benno, Louman Bastiaan (editores). 2008. Manejo forestal comunitario en América Latina Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. Bogor, Indonesia. Centro para la Investigación Forestal (CIFOR), 274 p. ISBN: 978-979-1412-73-5

CAPÍTULO 17

FATORES EXPLICATIVOS DAS VARIAÇÕES NO PIB E PIB AGROPECUÁRIO GAÚCHOS

Data de aceite: 01/01/2022

Rosane Maria Seibert
http://lattes.cnpq.br/7375517291491450
http://orcid.org/0000-0001-9477-9948

Raiziane Cássia Freire da Silva
http://lattes.cnpq.br/9075361872105178
https://orcid.org/0000-0002-5072-5056

RESUMO: O estudo, considerando que o PIB é um dos principais indicadores de crescimento econômico de um país, estado ou região, objetivou identificar os fatores econômicos, sociais e ambientais que explicam as variações no PIB gaúcho durante o período de 2000 a 2019. Para atingir o objetivo se procedeu análise de regressão linear múltipla, dos mínimos quadrados ordinários, por meio da criação dos modelos econométricos dos fatores que poderiam explicar as variações no PIB e PIB agropecuário gaúcho. Os resultados apontam que a inflação, variação cambial, taxas de juros, índice de desenvolvimento socioeconômico e o excesso de chuvas explicam as variações no PIB gaúcho e a inflação, variação cambial e o excesso de chuvas explicam as variações no PIB agropecuário gaúcho, no período analisado. Os resultados contribuem com informações sobre os fatores que explicam as variações no PIB e no PIB agropecuário gaúcho, e podem subsidiar as decisões dos governos estadual e municipais, ao estabelecerem políticas públicas voltadas ao crescimento e ao desenvolvimento econômico do estado. Como o estudo limitou-se a um estado e a alguns fatores que poderiam ser determinantes, sugere-se futuras pesquisas abordando outros estados brasileiros, o país como um todo e, outros países para possibilitar análises comparativas; também podem ser analisados fatores como o empreendedorismo, a dívida pública, o IDH, o Índice de GINI, a escolaridade e a renda per capita, dentre outros.

PALAVRAS-CHAVE: PIB Gaúcho. PIB agropecuário. Fatores explicativos.

EXPLANATORY FACTORS IN GDP AND AGRICULTURAL GDP VARIATIONS OF RIO GRANDE DO SUL STATE

ABSTRACT: The study, considering that GDP is one of the main indicators of economic growth in a country, state or region, aimed to identify the economic, social and environmental factors that explain GDP variations of Rio Grande do Sul during the period from 2000 to 2019. To achieve the objective, an analysis was carried out of multiple linear regression, of ordinary least squares, through the econometric models' creation of the factors that could explain the GDP and agribusiness GDP variations in the state. The results show that inflation, exchange rate variation, interest rates, socioeconomic development index and excessive rainfall explain GDP variations and inflation, exchange variation and excessive rainfall explain the agricultural GDP variations in the Rio Grande do Sul state, in the period analyzed. The results contribute with information on the factors that explain the GDP and the agribusiness GDP variations of the state and can subsidize the decisions of the state and municipal governments, when establishing public

policies aimed at the state growth and economic development. As the study was limited to one state and some factors that could be determinant, it is suggested future research addressing other Brazilian states, the country and, other countries to enable comparative analyzes; factors such as entrepreneurship, public debt, HDI, the GINI Index, education and per capita income, among others, can also be analyzed.
KEYWORDS: GPD. Agribusiness GDP. Explanatory factors.

1 I INTRODUÇÃO

O PIB é um dos principais indicadores de crescimento econômico de um país, estado ou região. Além das variáveis que compõem as fórmulas de cálculo do PIB, seja pela ótica da demanda, da oferta ou da renda, podem existir fatores externos que se relacionem direta ou indiretamente com o seu resultado. Esses fatores podem ter origem econômica como, por exemplo, a inflação, a variação cambial, as crises financeiras, as taxas de juros e o desemprego. Também podem ter origem social como o desenvolvimento de uma região, estado ou país, e ambiental como, por exemplo, o volume de chuvas ocorrido durante determinado período (BOECHAT; BONI; PEDROSO, 2017; DALPIAZ; PEREIRA; MALASSISE, 2016; FERNANDES, 2016).

No que tange aos fatores econômicos, a inflação pode alterar os preços dos produtos e serviços alterando, consequentemente, o consumo das famílias e do próprio governo. Ou seja, a inflação pode alterar a demanda e a oferta na economia. A variação cambial influencia diretamente nas importações e exportações, podendo estimular uma ou outra, alterando assim, os resultados da balança comercial. As crises financeiras afetam a economia como um todo e, portanto, podem alterar todos os componentes do PIB. As taxas de juros, podem afetar os investimentos e, consequentemente, a produção e o consumo em uma economia. As taxas de desemprego, que também podem ser consequência das crises financeiras, afetam a capacidade de consumo geral das famílias. Assim, todos esses fatores econômicos podem afetar o PIB de uma região, estado ou país (LYRA; COSTA, 2009; MEDEIROS, 2015).

Referente as questões sociais, o desenvolvimento econômico, que considera as questões sociais da população de uma região, estado ou país, pode interferir nos padrões de consumo das famílias e na forma de destinação dos recursos dos governos, alterando, portanto, o PIB. Tendo em vista a dificuldade de medir o desenvolvimento de determinado local, pode-se utilizar uma *proxy* e no caso deste estudo foi viável a utilização do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) como medida social, mesmo que não para todo o período.

Em relação ao meio ambiente, as chuvas têm sido determinantes para a produção agrícola. Quando os volumes são considerados adequados, tem-se boas safras de *commodities.* Quando os volumes são baixos ou em excesso, a produção agrícola sofre quebras alterando os resultados do PIB agropecuário, um dos componentes do PIB geral. A

participação da agropecuária no PIB é relevante, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul. A média de participação da agropecuária no PIB gaúcho é de 9,5% nos últimos 20 anos, enquanto que no Brasil, a média é de 4,7% nesse mesmo período (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA [FEE], 2017; HOHER; SOUZA; FOCHEZATTO, 2020; IBGE, 2019; IPEADATA, 2019).

Nesse sentido, este estudo objetivou identificar as variáveis econômicas, sociais e ambientais que podem explicar as variações ocorridas no PIB gaúcho. Para tanto, observou-se os efeitos de variáveis econômicas, social e ambiental sobre o PIB e o PIB Agropecuário Gaúcho no período de 2000 a 2019, ou seja, no início do século XXI. O Estado do Rio Grande do Sul tem uma participação relevante no PIB nacional, sendo a 4ª economia dentre os estados brasileiros (IBGE, 2019; IPEADATA, 2019), por isso, aprofundar conhecimentos específicos sobre esse estado é relevante para entender como os fatores econômicos, sociais e ambientais alteram o seu desempenho, principalmente, considerando que cada estado tem uma dinâmica econômica, social e ambiental própria, conforme demonstram os diversos indicadores calculados e divulgados (PIB; PIB Per capita; IDH; Índice de Gini; Taxas de desemprego; valores de cesta básica, dentre outros) (FEE, 2017; IBGE, 2019; IPEADATA, 2019).

Por meio da análise desses indicadores, fica evidente as desigualdades econômicas entre regiões, estados e países (CONTRI; PORSSE, 2006). A análise da influência desses fatores sobre o PIB gaúcho, pode contribuir para a efetivação de políticas públicas que além de melhorar a qualidade de vida das pessoas, também reflitam positivamente no crescimento e no desenvolvimento econômico do estado. Além disso, no que tange ao PIB Gaúcho, a participação do setor agropecuário é bastante expressiva (HOHER; SOUZA; FOCHEZATTO, 2020). O estado tem regiões eminentemente agrícolas, cultivando especialmente: soja, milho, arroz e trigo, dependentes dos fatores climáticos (FEE, 2017). Logo, se torna relevante também conhecer quais são os efeitos das chuvas no PIB gaúcho em geral e quais são os efeitos dos fatores econômicos, sociais e ambientais, especificamente, no componente agropecuário do PIB Gaúcho.

A análise desses fatores pode contribuir para o estabelecimento de políticas públicas que se configurem em subsídios e ou financiamentos de baixo custo, incentivando a tomada de medidas que minimizem a influência das chuvas nos resultados agrícolas do estado. Também podem contribuir com os próprios produtores rurais que ao conhecer esses efeitos, tem a oportunidade de tomar decisões que impactem nos seus resultados particularmente, refletindo no PIB como um todo.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

O crescimento econômico de um determinado local constitui-se em um tema central da ciência econômica. O modelo de crescimento econômico de Domar destaca a

importância de três variáveis básicas: As taxas de investimento, de poupança e a relação entre o produto e o capital, enfatizando a atuação dessas variáveis para promover o crescimento econômico. Além disso, as principais fontes de crescimento são: o aumento na força de trabalho; o aumento no estoque de capital; melhoria na qualidade da mão de obra; melhoria da tecnologia; e eficiência organizacional (ACEMOGLU, 2012; HOFFMANN, 2001; SALAHUDDIN, ET AL., 2018; VAN DEN BERG, 2017).

O crescimento econômico se refere ao crescimento da produção e do consumo de bens e serviços, numa economia globalizada e integrada entre os setores primário, secundário e terciário, que necessitam de recursos e geram resíduos. Portanto, o crescimento econômico de uma região, estado ou país, pode ser representado pelo aumento do PIB, ou seja, o crescimento econômico acontece quando o país apresenta indicadores quantitativos, ratificando o crescimento ocorrido). Além disso, em tendo havido crescimento econômico, também haverá desenvolvimento econômico, produzindo melhoria na qualidade de vida das pessoas e mudanças estruturais na economia (ACEMOGLU, 2012; DALPIAZ; PEREIRA; MALASSISE, 2016; JANNUZZI; MATTOS, 2001; LEITE, 2017; MEDEIROS, 2015; VAN DEN BERG, 2017).

No que se refere ao desenvolvimento econômico, o tema ganha importância a partir da grande depressão de 1929 e da revolução Keynesiana. Antes disso as discussões sobre o tema eram relegadas à segundo plano. A exceção disso foi a teoria Marxista, para quem a distribuição da renda sempre foi tema central. O desenvolvimento econômico, considera questões qualitativas como: bem-estar social, redução do analfabetismo, expectativa de vida, meio ambiente, saúde, avanço tecnológico e efetiva distribuição da riqueza entre as pessoas. Trata-se de um conceito mais estrutural, pois incorpora as mudanças do produto e a distribuição da renda nos vários setores econômicos para favorecer e melhorar a pobreza, o desemprego, a alimentação, o transporte e a educação, dentre outros (DALPIAZ; PEREIRA; MALASSISE, 2016; HOFFMANN, 2001; LEITE, 2017; VAN DEN BERG, 2017).

Nesse sentido, o desenvolvimento econômico pode ser a junção do crescimento econômico continuado, capaz de gerar alterações estruturais e afirmativas na economia e na sociedade dentro de uma contextualização mais ampla de beneficiários que regulam o sistema econômico (DALPIAZ; PEREIRA; MALASSISE, 2016; LEITE, 2017; VAN DEN BERG, 2017). Para Leite (2017), somente ocorre o desenvolvimento econômico quando há variações positivas no PIB, nos indicadores de qualidade e avanços tecnológicos, simultaneamente. Desse modo, uma região, estado ou país pode crescer sem se desenvolver, bastando, para tanto, aumentar a produção sem mudar o patamar em termos de desenvolvimento econômico. Para Hoffmann (2001) países latino-americanos têm sérios problemas na distribuição adequada da renda entre os cidadãos, o que prejudica o desenvolvimento econômico. Já para Medeiros (2015) as transformações estruturais ocorridas na economia brasileira, na primeira década deste milênio, precisam de estratégias para torna-las sustentáveis e avançar em termos de desenvolvimento econômico.

A reestruturação ocorrida nos países desenvolvidos perpassa pela ampliação do conhecimento em algumas áreas da ciência que, por sua vez, levaram à evolução tecnológica. Esse fator provocou uma reação nas estruturas de ensino, que se adaptaram para formar novos trabalhadores requeridos pelo mercado (SOUZA, 1999). Portanto, o relacionamento entre educação, empresas, governantes e trabalhadores é fundamental para o desenvolvimento e, no Brasil, ainda se tem um longo caminho a percorrer nesse sentido (MEDEIROS, 2015).

Os indicadores são simplificações da realidade, econômica ou social, que buscam agrupar informações de um local e ou a mudança delas em um determinado período, para possibilitar as análises de determinadas situações ou conjunturas, para, por fim, auxiliar na tomada de decisão. Os indicadores são variáveis informativas, com características qualitativas, quantitativas ou mistas que possibilitam representar as propriedades de um sistema, permitem comparações no ciclo de informações e auxiliam na tomada de decisão. Considerando que a realidade é algo abstrato, a construção de indicadores configura-se como ferramenta capaz de refletir o conceito abstrato que se pretende analisar (BOECHAT; BONI; PEDROSO, 2017; SAO JOSE; FIGUEIREDO, 2011; MINAYO, 2009; SEIBERT; ET AL., 2019).

Os indicadores também podem ser agrupados formando sistemas que, por sua vez, podem ser sociais ou econômicos. No Quadro 1 destaca-se alguns dos indicadores econômicos:

Indicadores	Descrição
Produto Interno Bruto (PIB)	Representa a soma das riquezas produzidas pelo país. É o instrumento mais utilizado para auferir se o país cresceu. Representa a produção anual dos três setores básicos da economia: o primário, o secundário e o terciário.
PIB Agropecuário	Composto pelos valores obtidos na produção agropecuária. A cadeia produtiva do agronegócio envolve três estágios: antes da porteira, dentro da porteira a depois da porteira.
Inflação	É o aumento contínuo dos preços de produtos e serviços que compõe a economia e é calculada pelos índices de preços. Seu propósito é medir a variação geral dos preços de produtos e serviços consumidos pela população, ou até mesmo individual, de determinado local. O IBGE calcula dois índices de inflação: o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), considerado oficial pelo governo federal, e o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC). Há outros índices calculados por outros organismos.
Variação cambial	É a oscilação na taxa de câmbio, ou seja, no valor de uma determinada moeda em relação à moeda nacional. Normalmente se utiliza o dólar americano como parâmetro na economia brasileira. Desde 1999 o Brasil adota o câmbio flutuante, ou seja, o valor da moeda está constantemente alterando. O governo costuma intervir quando há altas e quedas bruscas no valor da moeda tentando regular o valor para mais ou para menos.
Taxa de juros	A SELIC (Sistema de Liquidação e de Custódia) é a taxa básica de juros da economia nacional e orienta as taxas de juros do Sistema Financeiro Nacional. Apurada nas operações do mercado de título público federal administrado pelo Banco Central do Brasil (Bacen).

Crises financeiras	O termo representa uma variedade de situações nas quais instituições, organizações ou ativos financeiros se desvalorizam repentinamente. São imprevisíveis e destrutivas e, nos mercados globais, a instabilidade financeira evidencia as tensões entre os países.
Desemprego	Representa a taxa de desocupação que se refere às pessoas com idade de trabalhar e que não estão trabalhando, mas estão disponíveis para o trabalho. Universitários que estudam em tempo integral, donas de casa que não trabalham fora e empreendedores que possuem o seu próprio negócio não se enquadram como desempregas.

Quadro 1 – Indicadores Econômicos.

Fonte: Dalpiaz, Pereira e Malassise (2016); Frieden (2008); IBGE (2020:a; b); Leite (2017); Medeiros (2018); BACEN (s. d.); Rogoff e Reinhart (2010); Sinatora (2016); Soares, Silva, Sanches e Ozaki (2016).

Os indicadores sociais representam as questões sociais que direta ou indiretamente podem influenciar o crescimento e o desenvolvimento econômico de um país, estado ou região, interferindo, portanto, na conjuntura econômica. São medidas que refletem a realidade social ou a mudança dessa realidade, em outras palavras, medem o progresso ou retrocesso da qualidade de vida da população (BOECHAT; BONI; PEDROSO, 2017; GAIESKI et al., 2017). No Quadro 2 apresenta-se alguns indicadores sociais:

Indicadores	**Descrição**
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	Mede o nível de desenvolvimento humano de um município, região, estado ou país utilizando como critérios indicadores de educação, que consideram os índices de alfabetização e a taxa de matrícula; a longevidade, que considera a expectativa de vida ao nascer; e renda, que utiliza como medida o PIB per capita.
Índice de GINI	Mede o grau de concentração de renda em determinado grupo. Aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. O índice varia de zero a um, sendo que no zero todos são iguais e no seu máximo (1), uma pessoa detém todos os recursos da economia. Para esse indicador, não existe uma medida certa, mas sim formas diferentes de olhar uma mesma situação.
Escolaridade	A escolaridade da população economicamente ativa influencia, direta ou indiretamente, os potenciais dos indivíduos e, em decorrência disso, influencia também no PIB. Por isso, é importante estudar em separado os efeitos da variável escolaridade sobre o PIB para que se possa entender os seus desdobramentos e consequências no desenvolvimento econômico.
Índice de desenvolvimento socioeconômico (IDESE)	Tem por objetivo medir o grau de desenvolvimento dos municípios e do Estado do Rio Grande do Sul. É calculado pela Fundação de Economia e Estatística do Estado do RS (FEE) e é composto por três blocos: educação, renda e saúde que, por sua vez, se subdividem em 12 indicadores.

Quadro 2 – Indicadores Sociais.

Fonte: Gaieski et al. (2017); Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão - SPOG (2020: a; b); Souza (1999); Wolffenbuttel (2004)

A evidência mundial vem demonstrando tendência de declínio na participação da agropecuária no PIB ao longo do tempo (BRUGNARO; BACHA, 2009). Porém, essa

tendência não se confirma no Brasil que mantém a participação da agropecuária no PIB, em torno de 4,7% durante os 20 primeiros anos do século XXI. Da mesma forma ocorre no Rio Grande do Sul, onde a participação da agropecuária no PIB do Estado se manteve em torno de 9,5% no mesmo período (FEE; 2017; HOHER; SOUZA; FOCHEZATTO, 2020; IBGE, 2019; IPEADATA, 2019). Esse fator pode ser explicado pelas vantagens comparativas que o Brasil tem e, especificamente o Rio Grande do Sul, para a agropecuária (GONÇALVES, 2017).

A produção agrícola sofre forte influência climática, podendo ser positiva ou negativa, sendo necessário um acompanhamento dos fenômenos climáticos a fim de antever os possíveis impactos na economia (SULZBACH, 2018). Ou seja, o sucesso da produção agrícola depende da distribuição adequada das chuvas durante o período em que as lavouras estão se desenvolvendo. Caso as chuvas não ocorram de forma adequada, principalmente nos períodos críticos, podem haver aumento dos custos de produção, caso haja a necessidade de replantios, assim como, pode impactar na produtividade final das culturas, refletindo economicamente para os produtores e para o PIB (ZOLIN; LULU; ASSAD, 2016). A variação espacial e temporal da precipitação da chuva influencia para os ganhos e perdas da produção devido as alterações na produção agrícola anual decorrente destes fatores, além de serem limitantes ao desenvolvimento da produção (SANTOS; VITORINO; PIMENTEL, 2017).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo é cunho quantitativo e explicativo, usando de pesquisas bibliográficas e levantamento de dados (VERGARA, 2016; GIL, 2008) para atingir o objetivo proposto. A pesquisa bibliográfica foi feita em livros, revistas e periódicos, sobre o tema em debate, para identificar os fatores que poderiam explicar as variações no PIB. O levantamento de dados secundários foi feito em diversas fontes eletrônicas como banco de dados e páginas eletrônicas de internet disponíveis ao público em geral (BACEN; FEE; IBGE; IPEADATA, dentre outros).

Foram realizadas análises qualitativas e quantitativas nas evidencias obtidas. As análises qualitativas foram feitas nas fontes bibliográficas que, por meio de análise de conteúdo (BARDIN, 2015; VERGARA, 2015) identificou-se palavras e conteúdos chaves sobre o tema. A análise de conteúdo também foi feita para a identificação dos componentes de cada uma das variáveis (dependente e independentes) dos modelos econométricos, observando-se e interpretando-se o conteúdo dos resultados. As análises quantitativas foram feitas a partir das variáveis utilizadas nos modelos econométricos que, por meio do *software Eviews 9.5,* realizou-se as análises de estatística descritiva (SWEENEY; WILLIAMS; ANDERSON, 2015), a análise de correlação e os testes econométricos (GUJARATI; PORTER, 2011; MALASSISE, 2015; WOOLDRIDGE, 2014).

Para a identificação dos fatores explicativos da variação do PIB no período, se procedeu uma análise de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), com dados em corte temporal. Também procedeu-se análises complementares como: análise de observações atípicas, normalidade de distribuição dos dados das variáveis, análise de correlação, testes de variáveis redundantes e ou omitidas, teste de heterocedasticidade (White), teste de distribuição normal dos resíduos (Jaque-Bera) e de auto correlação entre as variáveis (Durbin-Watson) (GUJARATI; PORTER, 2011; MALASSISE, 2015; WOOLDRIDGE, 2014).

A validade estatística dos resultados foi indicada pelo teste t de significância individual das variáveis do modelo, pelo teste F de significância conjunta das variáveis e pelos testes Akaike e Schwarz que indicam melhorias na adequação das variáveis do modelo. Para avaliar o nível de explicação das variáveis explicativas sobre a variável dependente, realizou-se a análise das relações positivas e negativas de cada variável (β) e o coeficiente de explicação do modelo (R^2 e R^2 ajustado). Por fim, se procedeu a análise de significância do modelo por meio do coeficiente F e sua probabilidade estatística (GUJARATI; PORTER, 2011; MALASSISE, 2015; WOOLDRIDGE, 2014).

Os modelos de econometria 1 e 2 foram criados para avaliar as explicações para o PIB Gaúcho em geral e para o PIB Agropecuário Gaúcho, respectivamente. Os modelos foram subdivididos em A, sem o indicador social, e B, com indicador social, por que para o indicador social somente se obteve 10 observações no período em análise.

Modelo 1A:

$$PIBG_t = \beta 0 + \beta 1IPCA_t + \beta 2DOLAR_t + \beta 3CRISE_t + \beta 4CHUVA_t + \beta 5SECA_t + \beta 6SELIC_t + \varepsilon_t$$

Modelo 1B:

$$PIBG_t = \beta 0 + \beta 1IPCA_t + \beta 2DOLAR_t + \beta 3CRISE_t + \beta 4CHUVA_t + \beta 5SECA_t + \beta 6SELIC_t + \beta 7IDESE_t + \varepsilon_t$$

Onde:

- PIBG = PIB do Estado do Rio Grande do Sul. Valores corrigidos monetariamente pelo IPCA (indicador de inflação oficial), atualizados para 2019 e transformados em logaritmo natural para evitar os grandes números;
- β= Variáveis explicativas;
- IPCA = *Proxy* para inflação do período, índice considerado oficial pelo governo federal;
- DOLAR = *Proxy* para variação cambial que, considerando que é divulgado a valores nominais da data de observação, no caso deste estudo 31 de dezembro de cada ano, foi corrigido pelo IPCA para ser transformado em valores reais de 2019;
- CRISE = Variável *Dummy*: em ano que houve crise foi atribuído valor um, ano em

que não houve crise, foi atribuído valor zero;

• CHUVA = Variável *Dummy*: em ano que houve excesso de chuvas foi atribuído valor um, ano em que não houve, foi atribuído valor zero;

• SECA = Variável *Dummy*: em ano que houve escassez de chuvas foi atribuído valor um, ano em que não houve, foi atribuído valor zero;

• SELIC = *Proxy* para taxa de juros, meta básica da taxa no final de cada ano;

• IDESE = *Proxy* para indicador social calculado pela FEE para o Estado do Rio Grande do Sul, encontrado para o período de 2007 a 2016;

• Ɛ = é o termo que representa o erro da estimação do modelo e que representa todas as variáveis omitidas que afetam a variável dependente;

• t = refere-se ao intervalo de tempo do estudo, ou seja, de 2000 a 2019.

Considerando que a agropecuária é um setor da economia importante para o estado do Rio Grande do Sul, igualmente se analisou a influência das variáveis sobre ele. Assim criou-se modelos econométricos complementares.

Modelo 2A:

$$PIBAgroG_t = \beta 0 + \beta 1IPCA_t + \beta 2DOLAR_t + \beta 3CRISE_t + \beta 4CHUVA_t + \beta 5SECA_t + \beta 6SELIC_t + \varepsilon_t$$

Modelo 2B:

$$PIBAgroG_t = \beta 0 + \beta 1IPCA_t + \beta 2DOLAR_t + \beta 3CRISE_t + \beta 4CHUVA_t + \beta 5SECA_t + \beta 6SELIC_t + \beta 7IDESE_t + \varepsilon_t$$

Onde:

• PIB-AgroG = PIB Agropecuário do Rio Grande do Sul. Valores corrigidos monetariamente pelo IPCA (indicador de inflação oficial), atualizados para 2019 e transformados em logaritmo natural para evitar os grandes números;

• β = Variáveis explicativas;

• IPCA = *Proxy* para inflação do período, índice considerado oficial pelo governo federal;

• DOLAR = *Proxy* para variação cambial que, considerando que é divulgado a valores nominais da data de observação, no caso deste estudo 31 de dezembro de cada ano, foi corrigido pelo IPCA para ser transformado em valores reais de 2019;

• CRISE = Variável *Dummy*: em ano que houve crise foi atribuído valor um, ano em que não houve crise, foi atribuído valor zero;

• CHUVA = Variável *Dummy*: em ano que houve excesso de chuvas foi atribuído valor um, ano em que não houve, foi atribuído valor zero;

• SECA = Variável *Dummy*: em ano que houve escassez de chuvas foi atribuído valor um, ano em que não houve, foi atribuído valor zero;

• SELIC = *Proxy* para taxa de juros, meta básica da taxa no final de cada ano;

• IDESE = *Proxy* para indicador social calculado pela FEE para o estado do Rio Grande do Sul, encontrado para o período de 2007 a 2016;

• Ɛ = é o termo que representa o erro da estimação do modelo e que representa todas as variáveis omitidas que afetam a variável dependente;

• t = refere-se ao intervalo de tempo do estudo, ou seja, de 2000 a 2019.

Destaca-se que para o indicador social (IDESE) somente se obteve informações para o período de 2007 a 2016. Por isso, foram criado dois modelos econométricos para as análises, um sem o indicador social para não reduzir o número de observações das demais variáveis, e outro como o indicador social. Ainda, considerando a indisponibilidade das informações sobre o IDH, o Índice de Gini, o IDESE, a Renda Per Capita e Desemprego, referente a determinados anos, não se incluiu no modelo econométrico principal nenhuma dessas variáveis. Apenas foi feita uma análise complementar incluindo o IDESE (indicador com maior tempo de informação).

4 | RESULTADOS DA PESQUISA

As variáveis independentes que serviram de base para o modelo econométrico foram analisadas estatisticamente e na tabela 1 se apresenta os resultados.

	IPCA	DOLAR	CRISE	CHUVA	SECA	SELIC	IDESE
Média	0,063	4,623	0,400	0,300	0,300	12,787	0,729
Mediana	0,059	4,057	0,000	0,000	0,000	12,500	0,730
Máximo	0,125	9,944	1,000	1,000	1,000	25,00	0,757
Mínimo	0,029	2,846	0,000	0,000	0,000	4,500	0,698
Des Pad.	0,024	1,812	0,503	0,470	0,470	4,992	0,022
Assimetria	1,012	1,472	0,408	0,873	0,873	0,486	-0,161
Curtose	3,781	4,726	1,167	1,762	1,762	3,037	1,551
Jarque-Bera	3,925	9,708	3,356	3,817	3,817	0,788	0,918
Probabilidade	0,140	0,008	0,187	0,148	0,148	0,674	0,632
Soma	1,251	92,457	8,000	6,000	6,000	255,75	7,299
DP Soma	0,011	62,357	4,800	4,200	4,200	47,35	0,004
Observações	20	20	20	20	20	20	10

Tabela 1: Análise de estatística descritiva das variáveis econométricas.

Fonte: Resultados do Eviews (2020).

Destaca-se que normalmente não se apresenta a estatística descritiva das variáveis dicotômicas (*Dummy*), porém, nessa tabela essas variáveis estão contidas para demonstrar

que o número de períodos que apresentou excesso de chuva (CHUVA) é o mesmo que apresentou falta de chuva (SECA), em torno de 30% dos períodos para cada um, totalizando 60% do total de períodos. No que se refere a CRISE, pode-se constatar que em 40% dos períodos da análise existia algum tipo de crise afetando a economia brasileira e, portanto, a do Rio Grande do Sul também.

A variável IPCA é *proxy* para inflação e foi mantida pelo percentual do final de cada ano. A variável DOLAR é *proxy* para variação cambial e foi corrigida pelo IPCA a partir do seu valor ao final de cada ano, para padronizar com as correções feitas nas variáveis dependentes do PIB gaúcho e do PIB agropecuário gaúcho. A Variável SELIC é *proxy* para taxa de juros e também foi mantida pela sua meta ao final de cada ano. No que se refere ao IDESE (Índice de Desenvolvimento Socioeconômico), que é proxy para desenvolvimento socioeconômico, também foi mantido pelo índice divulgado (SPOG, 2020).

Para validar as variáveis independentes do modelo econométrico, a correlação entre elas não deve ser muito alta, quando for superior a 70% deve-se observar essas variáveis quando da análise de regressão múltipla (BUSCARIOLLI; EMERICK, 2011; GUJARATI; PORTER, 2011). A análise de correlação é apresentada na tabela 2. Algumas variáveis estão relativa e significantemente correlacionadas.

Probability	IPCA	DOLAR	CRISE	CHUVA	SECA	SELIC
IPCA	1.000					

DOLAR	**0.702**	1.000				
	0.001* **	-----				
CRISE	0.058	-0.143	1.000			
	0.809	0.547	-----			
CHUVA	0.402	0.449	-0.089	1.000		
	0.079*	0.047**	0.708	-----		
SECA	-0.224	-0.176	-0.089	-0.429	1.000	
	0.342	0.458	0.709	0.059*	-----	
SELIC	**0.739**	**0.833**	-0.048	0.359	-0.212	1.000
	0.000* **	**0.000*** **	0.840	0.120	0.368	-----
IDESE	0.578	0.148	-0.287	0.576	-0.352	0.190
	0.080*	0.6835	0.421	0.081*	0.319	0.598

Tabela 2: Análise de correlação das variáveis independentes.

Fonte: Resultados do Eviews (2020).

Legenda:

1ª Linha = correlação;

2ª linha significância (p estatístico). Onde se observa *** indica significância a 1,0%; ** indica significância a 5,0%; e * indica significância a 10,0%.

Para a análise de correlação foi utilizada a base de dados contendo 20 observações, ou seja, dos anos 2000 a 2019, com exceção da variável IDESE que foi incluída na tabela, mas calculada em separado, representando os resultados de 10 observações, do período compreendido entre 2007 e 2016. Pelos resultados apresentados na tabela 2 constata-se que algumas variáveis estão correlacionadas com significância estatística:

a) a variável DOLAR está positivamente correlacionada com as variáveis IPCA e SELIC;

b) a variável SELIC, além de estar correlacionada com a variável DOLAR, também está positivamente correlacionada com a variável IPCA.

Cabe destacar que a correlação entre as variáveis DOLAR, IPCA e SELIC era esperada dada a natureza econômica e entrelaçamento esperado pelas políticas econômicas do governo. Considerando esses resultados, as variáveis DOLAR e SELIC foram testadas e alternadas nos modelos econométricos, ou seja, apenas uma permanecia no modelo para a análise de regressão. As demais variáveis não apresentaram correlação alta apesar de algumas apresentarem significância estatística, conforme demonstra a tabela 2.

Para analisar a normalidade dos resíduos se apresenta o histograma dos resíduos e a estatística de Jarque-Bera para os dois modelos econométricos desenvolvidos. O histograma dos resíduos é um gráfico utilizado para se conhecer a forma da função de densidade de probabilidade (FDP) de uma variável aleatória. Entende-se que o gráfico em forma de sino indica distribuição normal ao histograma e adequação ao FDP (GUJARATI; PORTER, 2011).

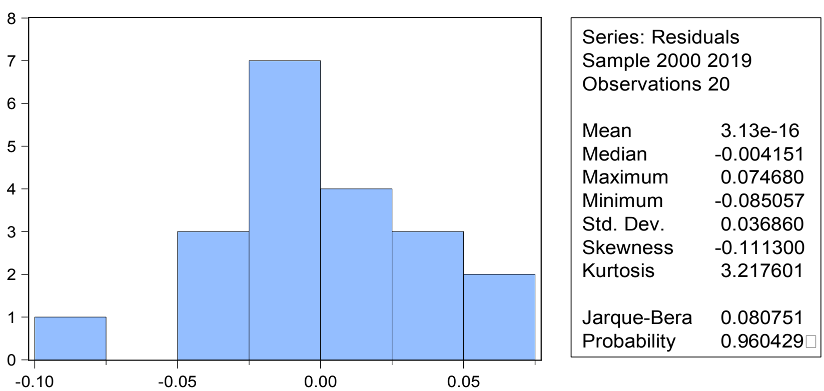


Gráfico 1: Histograma dos resíduos para o modelo 1

Fonte: Resultado do Eviews, 2020.

Conforme se observa, o gráfico 1 está apresentado em forma de sino e os resultados indicam que a assimetria está próxima de zero e a curtose próxima de 3,0, conforme previsto para indicar a distribuição normal dos resíduos das variáveis econométricas (GUJARATI;

PORTER, 2011). Além do histograma dos resíduos, a adequação do modelo pode ser observada pela estatística de Jarque-Bera, onde se constata um resultado de 0,08 com uma probabilidade de 0,96, bastante alta, o que não permite rejeitar a hipótese nula de que os resíduos estão normalmente distribuídos (GUJARATI; PORTER, 2011). Destaca-se que essa análise foi feita para o modelo econométrico 1, sem considerar a variável IDESE.

Para o modelo econométrico 2 os resultados são apresentados no gráfico 2, também sem considerar a variável IDESE.

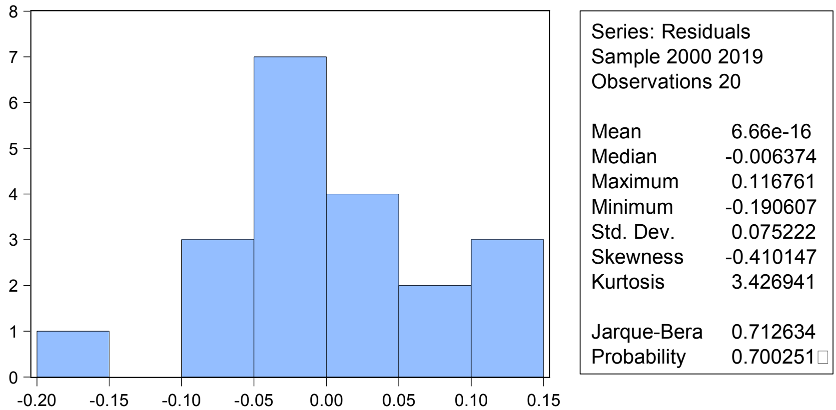


Gráfico 2: Histograma dos resíduos para o modelo 2.

Fonte: Resultado do Eviews (2020).

Os resultados também indicam um gráfico em forma de sino, com a assimetria próxima de zero e a curtose próxima de 3,0, conforme previsto para indicar a distribuição normal dos resíduos das variáveis econométricas (GUJARATI, PORTER, 2011). Além do histograma dos resíduos, a adequação do modelo econométrico 2 também pode ser observada pela estatística de Jarque-Bera, onde se constata um resultado de 0,71 com uma probabilidade de 0,70, alta, o que não permite rejeitar a hipótese nula de que os resíduos estão normalmente distribuídos (GUJARATI; PORTER, 2011).

Para identificar os fatores determinantes do PIB Gaúcho e do PIB Agropecuário Gaúcho, no período compreendido entre 2000 e 2019, se procedeu a análise de regressão linear, pelo método dos mínimos quadrados ordinários, por meio do *Software Eviews 9.5*, com base nos modelos econométricos apresentados no tópico procedimentos metodológicos.

4.1 Análise de regressão para o PIB Gaúcho

A regressão foi feita utilizando-se da opção que a torna consistente pelo teste *White* e os modelos são significativos pela estatística de Durbin-Watson. Em relação as variáveis, se procedeu a análise dos fatores de inflação da variação (VIF) para avaliar a multicolinearidade e nenhuma variável apresentou coeficiente maior do que 1,0, indicando

que não há multicolinearidade no modelo. Além disso, o *Eviews 9.5* não gera resultados para regressão quando há multicolinearidade perfeita.

A análise de regressão para o modelo econométrico 1 foi executada para identificar os fatores econômicos, sociais e ambientais que explicam as variações no PIB Gaúcho durante o período de 2000 a 2019. Num primeiro momento se realizou a regressão, pelos mínimos quadrados ordinários sem incluir a variável social, com 20 observações, modelo 1A. Na sequência, se incluiu a variável social com 10 observações, modelo 1B, e se observou os resultados da regressão. Na tabela 3 são apresentados esses resultados.

	Modelo 1 A: Sem Indicador Social		**Modelo 1 B: Com Indicador Social**	
Variável	**Coeficiente**	**Prob.**	**Coeficiente**	**Prob.**
IPCA	**1.919**	**0.017****	**0,764**	**0,006*****
DOLAR			**-0,020**	**0,027****
CRISE	0.026	0.344	0,005	0,397
CHUVA	0.018	0.662	**-0,018**	**0,025****
SECA	-0.014	0.628	0,006	0,273
SELIC	**-0.023**	**0.000*****		
IDESE			**2,908**	**0,000*****
C	**5.727**	**0.000*****	**3.492**	**0,000*****
R-2	0.769		0,997	
R-2 ajustado	0.686		0,990	
Graus de liberdade	33.185		44,462	
F-estatístico	9.312		144.745	
Prob(F-estatístico)	0.001***		0,001***	
Critério Akaike info	-2.719		-7,296	
Critério Schwarz	-2.420		-7,081	
Durbin-Watson	1.348		1.944	

Tabela 3: Análise de regressão para o PIB Gaúcho.

Fonte: Resultados do Eviews (2020).

Legenda: *** Significante a 1,0%; ** significante a 5,0%.

Os resultados do modelo econométrico 1A, indicam duas variáveis com significância estatística para explicar as variações no PIB Gaúcho. O IPCA, *proxy* para inflação, é um fator que explica as variações no PIB gaúcho. Esse fator indica que quando o IPCA é alto o PIB Gaúcho aumenta. Isso demonstra que os períodos de inflação mais alta contribuíram para aumentar o PIB gaúcho. Por outro lado, os resultados também indicam que a Taxa SELIC é um fator que explica as variações no PIB Gaúcho, porém, negativamente. Ou seja, quando a taxa SELIC aumenta, o PIB Gaúcho diminui. Considerando que ela é a taxa básica de juros da economia, as políticas que levam ao aumento da taxa de juros não são favoráveis

ao PIB Gaúcho. Quanto as demais variáveis, apesar de apresentar resultados que podem explicar as variações no PIB Gaúcho, não apresentaram significância estatística.

Os resultados da regressão do Modelo 1A também demonstram significância estatística pelos indicadores do R2 Ajustado que representa a porcentagem de variação na resposta explicada pelo modelo, neste caso, 68,6%, o que determina o ajuste dos dados ao modelo econométrico. Também pelo teste F de significância estatística conjunta das variáveis, que é de 9,3, se constata o ajuste do modelo econométrico.

Em relação ao modelo 1B, com indicador social, os resultados apresentam quatro variáveis com significância estatística, para explicar o PIB no período de 2007 a 2016. Nesse modelo, tanto o IPCA (assim como no modelo 1A), DOLAR, CHUVA quanto o IDESE são fatores que explicam as variações no PIB Gaúcho. IPCA e IDESE com sinal positivo, ou seja, quando um deles aumentou o PIB Gaúcho também apresentou aumento. Já as variáveis DOLAR e CHUVA apresentaram sinal negativo, ou seja, quando um deles diminuiu o PIB Gaúcho aumentou, apresentando reação inversa. O IPCA é a *proxy* para inflação, então significa dizer que quanto maior a inflação no período, maior foi o PIB Gaúcho apurado. O DOLAR representa a variação cambial, logo, quando houve aumento na variação cambial, os efeitos no PIB Gaúcho foram negativos, diminuindo o seu valor. A CHUVA é *proxy* para excesso de chuva no período, portanto, quando houve excesso de chuva, o PIB Gaúcho diminuiu. O IDESE é *proxy* para indicador de desenvolvimento socioeconômico, o que permite inferir que quanto mais socioeconomicamente desenvolvido foi o estado, maior foi o PIB Gaúcho apurado. Ou seja, o desenvolvimento socioeconômico influencia positivamente na economia do Estado do Rio Grande do Sul. Também nesse modelo, as demais variáveis, apesar de apresentar resultados que podem indicar variações no PIB gaúcho, não apresentaram significância estatística.

A seguir se apresentam os resultados da análise de regressão para os modelos econométricos 2A e 2B que analisam as influências dos fatores no PIB agropecuário gaúcho.

4.2 Análise de regressão para o PIB Agropecuário Gaúcho

No modelo 2A, também se realizou a regressão pelos mínimos quadrados ordinários sem incluir a variável social. Num segundo momento se incluiu a variável social, modelo 2B, e se observou os resultados obtidos. Além disso, nesse modelo, não se procedeu a regressão com a variável SELIC, pela correlação com a variável DOLAR. Se manteve apenas o dólar, pois é a variável de maior interesse, entre as duas, dado as exportações das *commodities*. Na tabela 4 são apresentados estes resultados.

Variável	Modelo 2A Sem Indicador Social Coeficiente	Prob.	Modelo 2B Com Indicador Social Coeficiente	Prob.
IPCA	1.762	0.119	-1.674	0.166
DOLAR	**0.108**	**0.002*** **	**0.119**	**0,048** **
CRISE	0.072	0.162	0.069	0.227
CHUVA	**0.281**	**0.038** **	**-0.071**	**0.072* **
SECA	-0.021	0.689	-0.041	0.422
IPCA*CHUVA	**-4.701**	**0.011** **		
IDESE			2.327	0.114
C	**4.076**	**0.000*** **	**2.614**	**0.042** **
R Quadrado	0.570		0.916	
R-quadrado Ajustado	0.371		0.749	
Graus de liberdade	23.880		22.300	
F-estatístico	2.870		5.482	
Prob(F-estatístico)	0.052*		0.095*	
Critério Akaike Info	-1.688		-3.060	
Critério Schwarz	-1.340		-2.848	
Durbin-Watson	1.238		1.424	

Tabela 4: Análise de regressão para o PIB agropecuário Gaúcho.

Fonte: Resultados do Eviews, 2020.

Legenda: *** Significante a 1,0%; ** significante a 5,0%; * significante a 10,0%.

Os resultados do modelo econométrico 2A, indicam três variáveis com significância estatística para explicar as variações no PIB Agropecuário Gaúcho. O DOLAR, *proxy* para variação cambial, é um fator que explica as variações no PIB agropecuário gaúcho, conforme esperado, dado as exportações das *commodities*. Esse fator indica que quando o Dólar é alto o PIB Gaúcho aumenta. Isso demonstra que os períodos de variação cambial para mais contribuíram para aumentar o PIB Agropecuário Gaúcho. Outra variável que se demonstrou explicativa para as variações do PIB Agropecuário Gaúcho foi a CHUVA, variável essa que indica excesso de chuva no período analisado. Nesse sentido, os resultados foram contrários ao esperado, pois se entendia que com o excesso de chuva poderia haver perdas agrícolas, porém, o indicador apresentou variação positiva. Portanto, pelos resultados, quando houve excesso de chuva, o PIB Agropecuário Gaúcho foi maior, demonstrando que o excesso de chuvas não causou perdas na agropecuária gaúcha. Por outro lado, os resultados também indicam que quando a CHUVA foi associada ao IPCA, *proxy* para inflação, a variação no PIB Agropecuário Gaúcho foi negativa. Ou seja, em anos em que houve excesso de chuva e também Inflação alta, as variações no PIB Agropecuário Gaúcho foram negativas indicando que os dois fatores somados são prejudiciais para os resultados do PIB Agropecuário Gaúcho. As demais variáveis, apesar

de apresentar resultados que podem explicar as variações no PIB Agropecuário Gaúcho, não apresentaram significância estatística.

Os resultados da regressão do modelo 2A também demonstram significância estatística pelos indicadores do R2 Ajustado que representa a porcentagem de variação na resposta explicada pelo modelo, neste caso, 37,1%, o que determina o ajuste dos dados ao modelo econométrico, mesmo que menos significativo que o modelo 1A. Também pelo teste F de significância estatística conjunta das variáveis, que foi de 2,87, se constata o ajuste do modelo econométrico, porém, também em menor grau que o modelo 1A.

Em relação ao modelo 2B, com indicador social, os resultados apresentam duas variáveis com significância estatística para explicar as variações no PIB agropecuário gaúcho no período de 2007 a 2016. No modelo 2B tanto o DOLAR quanto a CHUVA (assim como no modelo 2A) são fatores que explicam as variações no PIB agropecuário gaúcho. Quando o dólar estava alto o PIB Agropecuário Gaúcho apresentou aumento também. Porém, com relação a CHUVA o efeito foi inverso. Nesse modelo o sinal da CHUVA resultou negativo, ou seja, quando houve excesso de chuvas o PIB Agropecuário Gaúcho apresentou queda, condizente com o que se esperava como explicação para as variações no PIB. Também nesse modelo, as demais variáveis, apesar de apresentar resultados que podem indicar variações no PIB agropecuário gaúcho, não apresentaram significância estatística.

4.3 Resumo dos fatores explicativos do PIB gaúcho e do PIB agro gaúcho

Na tabela 5 se apresenta um resumo dos fatores econômicos, ambientais e sociais que se demonstraram estatisticamente significativos para explicar as variações no PIB gaúcho e no PIB agropecuário gaúcho.

	PIB Gaúcho		PIB Agropecuário Gaúcho	
Variáveis	**Modelo 1ª**	**Modelo 1B**	**Modelo 2A**	**Modelo 2B**
IPCA	1,919**	0,764***		
DOLAR		-0,020**	0,108***	0,119**
CRISE				
CHUVA		-0,018**	0,281**	-0,071*
SECA				
SELIC	-0,023***			
IDESE		2,908***		
IPCA*CHUVA			4,701**	

Tabela 5: Resumo dos fatores explicativos das variações no PIB.

Fonte: Resultados do Eviews (2020)

Legenda: ***, significante a 1,0%; ** significante a 5,0%; e * significante a 10,0%.

Conforme demonstra a tabela 5, os fatores econômicos IPCA, DOLAR e SELIC

foram estatisticamente significativos para explicar as varrições no PIB Gaúcho. O DOLAR e o IPCA, quando associado à chuva, foram estatisticamente significativos para explicar as variações no PIB agropecuário gaúcho. A CRISE não foi estatisticamente significativa em nenhum modelo econométrico.

Os indicadores econômicos são fundamentais para analisar crescimento e desenvolvimento econômico de uma região. A taxa de inflação tem o propósito de medir a variação dos preços de produtos e serviços consumidos (IBGE, 2020:a; SOARES et. al, 2016). Por isso, se espera que quanto maior a inflação, menor o consumo, o que reduziria o PIB. Nesse estudo, o IPCA, *proxy* para inflação, demonstrou efeito inverso nas variações do PIB, ou seja, os resultados foram positivos e estatisticamente significativos, contrariando o esperado pela literatura revisada.

A variação cambial que indica quanto varia uma moeda em relação a outra, entre dois momentos (SINATORA, 2016), também foi analisada. Considerando que o Rio Grande do Sul é um dos principais exportadores de *commodities* do Brasil, se esperava que quanto mais alto o Dólar, mais positivo seria o seu efeito sobre o PIB. Os resultados para a variável DOLAR, sobre o PIB agropecuário gaúcho confirmam a literatura revisada, enquanto que para as variações no PIB global do estado, o efeito é inverso. A SELIC é a taxa básica de juros da economia brasileira (BACEN, s. d.). Entende-se que quanto mais altos os juros, menores são os investimentos na economia e os resultados produtivos. Nesse sentido, os efeitos da variável SELIC sobre o PIB Gaúcho também confirmam a literatura revisada. Cabe destacar que tais resultados para o PIB Gaúcho estão em consonância com os evidenciados por Soares et. al (2016) onde se observa a influência positiva do IPCA, enquanto a SELIC e a variação cambial impactam negativamente o PIB.

Lyra e Costa (2009) analisaram os efeitos da crise sobre o mundo do trabalho e constataram as mudanças. Esses efeitos não puderam ser percebidos no presente estudo, mesmo que indiretamente, pois os períodos de CRISE não se mostraram significativos estatisticamente para explicar as variações no PIB.

Com relação aos fatores ambientais somente a CHUVA, que é *proxy* para excesso de chuvas, foi estatisticamente significativa para explicar as variações tanto no PIB gaúcho quanto no PIB agropecuário gaúcho. Porém, em um dos modelos econométrico do PIB Agropecuário o sinal foi positivo, inversamente ao esperado, pois se entendia que com excesso de chuvas a produção agropecuária seria prejudicada. Já no segundo modelo econométrico a chuva se mostrou fator explicativo para a redução do PIB agropecuário, no período de 2007 a 2016. A seca em nenhum dos modelos econométricos se mostrou estatisticamente significativa para explicar as variações no PIB Gaúcho. No que se refere aos fatores ambientais Zolin, Lulu e Assad (2016) afirmam que o sucesso da produção agrícola depende da distribuição adequada das chuvas e Santos, Vitorino e Pimentel (2017) asseveram que a produtividade agrícola está associada a variabilidade das chuvas, elas respondem pela alternância nas produções agrícolas anuais. Também Ribeiro et al.

(2014) e Medeiros (2018) comentam a importância da regularidade das chuvas para a agropecuária.

Ribeiro et al. (2014) encontraram que as chuvas alteram o PIB para menos. Neste estudo, da mesma forma se confirmou a chuva em excesso como explicativa para as variações do PIB. Porém, no principal modelo econométrico, apontou efeito positivo contrário ao estudo de Ribeiro et al. (2014). Assim como, Sulzbach (2018) evidencia que os períodos de seca no Estado do Rio Grande do Sul impactam negativamente a sua economia devido ao baixo nível produtivo agrícola, no entanto, neste estudo a seca não demonstrou significância estatísticas em nenhum dos modelos econométricos analisados. O resultado positivo está em sintonia com a pesquisa de Santos, Vitorino e Pimentel (2017) que identificaram aumento na produção agropecuária em períodos com maior precipitação de chuvas. Portanto, se identificou precedente para o efeito benéfico das chuvas nos resultados econômicos de uma região. Mas, considerando que assim como neste estudo foi identificado efeito positivo num modelo e efeito negativo noutro modelo, tem outros estudos identificando efeitos positivos e negativos. Logo, há necessidade de mais estudos para comparações e conclusões mais precisas.

Quanto ao IDESE, variável que representa o indicador social, se constata que o indicador foi estatisticamente significativo para explicar as variações no PIB gaúcho no período de 2007 a 2016. Esse resultado corrobora com as constatações de Gaieski et al (2017) que também apresenta a relação positiva entre o PIB e IDESE, ou seja, o desempenho econômico e desenvolvimento social estão entrelaçados e onde há crescimento econômico há melhores indicadores sociais, ou seja, há desenvolvimento econômico. Os indicadores sociais refletem a realidade social interligada com a qualidade de vida das pessoas, indicando desenvolvimento econômico. Nesse sentido, para haver desenvolvimento econômico também deve haver crescimento econômico, o que pode ser indicado pelo PIB (BOECHAT; BONI; PEDROSO, 2017; GAIESKI et al., 2017; LEITE, 2017).

O IDH mede o desenvolvimento humano de uma região ou país e é um dos principais indicadores sociais (SPOG, 2020b). O índice de GINI representa a desigualdade social (WOLFFENBUTTEL, 2004). A escolaridade influencia os potenciais do indivíduo, gerando maior produtividade e, consequentemente, refletiria no PIB (SOUZA, 1999). Essas são informações que não foram encontradas para a maioria dos anos do período em análise. Portanto, apesar de preconizadas pela literatura como medidas do desenvolvimento econômico, que ocorre a partir do crescimento econômico refletido no PIB, não puderam ser avaliadas na pesquisa. Por outro lado, o Rio Grande do Sul, através da FEE calculava o IDESE que representa e agrega informações de educação, renda e saúde (SPOG, 2020a). Esse indicador de desenvolvimento socioeconômico foi encontrado para um período de 10 anos (2007 a 2016) dos 20 anos considerados no estudo. As análises feitas não rejeitaram o IDESE como explicativo para as variações do PIB Gaúcho, confirmando o que preconiza a teoria. Para complementar, se ressalta o estudo de Jannuzzi e Mattos

(2001) que analisaram o impacto da conjuntura econômica sobre o comportamento do emprego. Assim, onde se tem crescimento econômico, demonstrado pelo PIB, também se tem desenvolvimento econômico, demonstrado pelos indicadores sociais. O IDESE que contempla a renda pode estar refletindo o comportamento do emprego favorável em momentos de crescimento da economia gaúcha.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como tema analisar a conjuntura econômica do estado do Rio Grande do Sul, observando os efeitos sobre o PIB gaúcho e secundariamente sobre o PIB agropecuário gaúcho de fatores econômicos, sociais e ambientais. Teve como objetivo geral identificar os fatores econômicos, sociais e ambientais que explicam as variações no PIB gaúcho durante o período de 2000 a 2019.

A partir da revisão da literatura se criou modelos econométricos dos fatores que poderiam explicar as variações no PIB gaúcho e no PIB agropecuário gaúcho. Se procedeu ao levantamento dos dados, para compor as variáveis dependentes e explicativas dos modelos econométricos, por meio de fontes secundárias. Na sequência se procedeu análises qualitativas e quantitativas. As análises qualitativas, foram feitas por meio de análise de conteúdo, e as análises quantitativas, por meio de estatística descritiva, análise de correlação e de regressão linear múltipla, dos mínimos quadrados ordinários, utilizando-se do *Software Eviews 9.5*, para identificar os fatores explicativos do PIB gaúcho e do PIB agropecuário gaúcho, no período em análise.

Os resultados apontam que os fatores econômicos: inflação, variação cambial e taxas de juros; o fator social: índice de desenvolvimento socioeconômico; e o fator ambiental: excesso de chuvas, explicam as variações no PIB gaúcho, com significância estatística. Complementarmente, os resultados apontaram que os fatores econômicos: inflação e variação cambial; e o fator ambiental excesso de chuvas, explicam as variações no PIB agropecuário gaúcho, com significância estatística, para o período analisado. Esses resultados demonstram que tanto os fatores econômicos, como os sociais e ambientais explicam as variações no PIB gaúcho como um todo e também especificamente explicam as variações no PIB agropecuário gaúcho.

Destaca-se que o estudo se limitou ao estado do Rio Grande do Sul e a alguns fatores econômicos, sociais e ambientais que podem explicar as variações no PIB. Nesse sentido, futuras pesquisas podem abordar outros estados brasileiros, para possibilitar análises comparativas. Também podem abordar o país como um todo e, até mesmo outros países para também possibilitar análises comparativas. Também podem incluir outros fatores explicativos como por exemplo os econômicos; empreendedorismo e dívida pública; e os sociais: IDH, Índice de GINI, escolaridade e renda per capita, dentre outros.

Por fim, os resultados dessa pesquisa podem contribuir como fonte para análises sobre os fatores que explicam as variações no PIB gaúcho e no PIB agropecuário gaúcho,

para a tomada de decisão do governo estadual, no que tange ao estabelecimento de políticas públicas voltadas ao crescimento e ao desenvolvimento econômico do estado. Assim como pode contribuir no âmbito particular de produtores rurais, empresários e qualquer outro indivíduo ou organização que observe as variáveis que influenciam os resultados econômicos, auxiliando-os nos seus processos decisórios.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D. Introduction to economic growth. Journal of Economic Theory, V. 147, N. 2, p. 545–550, 2012.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Taxa SELIC.** Disponível em: https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic. Acesso em 23 out. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Coimbra, Portugal: Edições 70, 2015.

BOECHAT, A. M. F.; BONI, C. E.; PEDROSO, F. P. **Economia do setor público e contabilidade social**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2017.

BRUGNARO, R.; BACHA, C. J. C. Análise da participação da agropecuária no PIB do Brasil de 1986 a 2004. **Estudos Econômicos**. São Paulo: V. 39, N. 1, 2009.

BUSCARIOLLI, B.; EMERICK, J. **Econometria com eviews**: guia essencial de conceitos e aplicações. São Paulo: Saint Paul Editora, 2011.

CONTRI, A. L.; PORSSE, A. A. Estrutura e evolução do PIB dos municípios gaúchos: 1999-03. **Indicadores Econômicos FEE**. v. 33, n. 4, p. 115-130, 2006.

DALPIAZ, R. M. G.; PEREIRA, L. R.; MALASSISE, R. L. S. **Teorias do crescimento econômico**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.

FERNANDES, C. B. S. **Teoria macroeconômica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.

FRIEDEN, J. A. **Capitalismo global**: história econômica e política do século XX. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FEE). **Apesar da queda de 4,6% em 2015, PIB gaúcho aumentou sua participação para 6,4% na economia do Brasil. 2017**. Disponível em: https://arquivofee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/estadual/destaques/. Acesso em: 05 abril. 2020.

GAIESKI, R. J. et al. O efeito da arrecadação tributária e do PIB no Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Estudo & Debate**, v. 24, n. 3, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, M. R. **Economia industrial**. Londrina. Editora e Distribuidora Educacional SA. 2017.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria b**ásica. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HOFFMANN, R. Distribuição de renda e crescimento econômico. **Estudos Avançados**. v. 15, n. 45, p. 67-76, 2001.

HÖHER, R.; SOUZA, O. T.; FOCHEZATTO, A. Relação entre cooperativismo financeiro e crédito rural com o PIB gaúcho: uma análise espacial. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 16, n. 2, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Desemprego**. 2020:b. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php. Acesso em 19/04/2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Inflação**. 2020:a. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php. Acesso em 19/04/2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto – PIB**. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php. Acesso em 05 abril. 2020.

IPEADATA. Banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Produto interno bruto – PIB**. 2019. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx. Acesso em 05 abril. 2020.

JANNUZZI, P. M.; MATTOS, F. A. M. Duas décadas de conjuntura econômica, de (des) emprego Industrial e de inserção dos profissionais da informação No mercado de trabalho. **Transinformação**. v. 13, n. 2, p. 111-129, 2001.

LEITE, A. C. **Teorias do desenvolvimento econômico**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2017.

LYRA, D. M.; COSTA, R. F. R. da. A crise econômica atual e o mundo do trabalho. **Economia e Desenvolvimento**, Recife (PE), v. 8, n 2, p. 296 – 332, 2009.

MALASSISE, R. L. S. **Econometria**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2015.

MEDEIROS, C. A. **Inserção externa, crescimento e padrões de consumo na economia brasileira**. Brasília: IPEA, 2015.

MINAYO, M. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 1, p. 83-91, 2009.

RIBEIRO, F. G.; STEIN, G.; CARRARO, A.; RAMOS, P. L. O impacto econômico dos desastres naturais: o caso das chuvas de 2008 em Santa Catarina. **Planejamento e Políticas Públicas.** n. 43, p. 299-322, 2014.

ROGOFF, K. S.; REINHART, C. M. **Oito séculos de delírios financeiros**: Desta vez é diferente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SALAHUDDIN, M.; ALAM, K.; OZTURK, I.; SOHAG, K. The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO 2 emissions in Kuwait. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, p. 2002–2010, 2018.

SANTOS, M. R. S.; VITORINO, M. I.; PIMENTEL, M. A. S. Contribuição da precipitação na produção agropecuária no nordeste paraense: Um estudo na Amazônia brasileira. **Revista Espacios**, v. 38, n. 23, p. 1-10, 2017.

SAO JOSE, A. S.; FIGUEIREDO, M. A. G. Modelo de proposição de indicadores globais para organização das informações de responsabilidade social. **Anais** do VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. p. 01-19, agosto de 2011. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0371_1513.pdf. Acesso em 19/04/2020.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (SPOG). **Índice de Desenvolvimento Socioeconômico – IDESE.** 2020a. Disponível em https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico-novo-idese. Acesso em 22 out. 2020.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (SPOG). **Índice de Desenvolvimento Humano – IDH e IDHM.** 2020b. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-humano-idh-e-idhm. Acesso em 22 out. 2020.

SEIBERT, R. M.; MACAGNAN, C. B.; DIXON, R.; SIMON, D. Social responsibility indicators: Perspective of stakeholders in Brazil and in the United Kingdom. **International Journal of Disclosure and governance**, v. 16, n. 2-3, p. 128-144, 2019.

SIGNIFICADOS. **Significado de conjuntura**. Disponível em: https://www.significados.com.br/conjuntura/. Acesso em 17/04/2020.

SINATORA, J. R. P. **Mercado de capitais**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional SA., 2016.

SOARES, A. F.; SILVA, H. J. T.; SANCHES, A. L. R.; OZAKI, V. A. Análise da dinâmica inflacionária no Brasil e preços de commodities: uma aplicação do modelo de vetores autorregressivos. **Revista Teoria e Evidência Econômica,** v. *22,* n. 46, p. 178-198, 2016. https://doi.org/10.5335/rtee.v22i46.6758

SOUZA, M. R. P. Análise da variável escolaridade como fator determinante do crescimento econômico. **Revista FAE**, v. 2, n. 3, p. 47-56, 1999.

SULZBACH, V. N. O desempenho da economia gaúcha em 2017 e perspectivas para 2018. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 45, n. 3, p. 23-40, 2018.

SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A.; ANDERSON, D. R. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. 3ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

VAN DEN BERG, H. **Economic growth and development**. 3ª edição. Singapore: World Scientific Publishing Co Pte Ltd., 2017.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em Administração**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2015.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 16ª edição. São Paulo: Atlas, 2016.

WOLFFENBUTTEL, A. **O que é? Índice de Gini**. 2004. Disponível em: IPEA – Desafios do Desenvolvimento. https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Gini%2C%20criado%20pelo%20matem%C3%A1tico%20italiano,a%20um%20%28alguns%20apresentam%20de%20zero%20a%20cem%29. Acesso em 25 maio. 2020.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria**: Uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

ZOLIN, C. A.; LULU, J.; ASSAD, E. D. **Breve análise sobre o atraso das chuvas em Mato Grosso durante o período de plantio da safra de soja 2015 / 2016**. Sinop, MT: Embrapa Agrossilvipastoril, 2016.

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Ano	Média Chuvas	Seca	Chuva	Crise	SELIC	IPCA	Dolar	PIB RS	PIB Agro G	IDESE	Taxa de conversão IPCA
2000	1800	0	1	0	15,75	5,97%	1,9678	83.175	6.924,37		217,89%
2001	1800	0	1	0	19,00	7,67%	2,3840	93.276	7.765,26		195,42%
2002	2500	0	1	1	25,00	12,53%	3,7342	98.847	9.210,45		166,30%
2003	1700	0	0	0	16,50	9,30%	2,9293	119.325	14.081,73		139,87%
2004	1300	1	0	0	17,75	7,60%	2,7508	131.192	12.759,03		123,68%
2005	1600	0	0	0	18,00	5,69%	2,2957	136.363	8.143,54		110,59%
2006	1300	1	0	0	13,25	3,14%	2,1470	147.623	10.540,41		104,42%
2007	1700	0	0	1	11,25	4,46%	1,7959	168.010	13.035,29	0,698	96,21%
2008	1300	1	0	1	13,75	5,90%	2,3690	190.230	15.835,79	0,702	84,42%
2009	1700	0	0	0	8,75	4,31%	1,7557	204.345	15.580,48	0,71	76,96%
2010	1500	1	0	1	10,75	5,91%	1,6988	241.249	17.162,70	0,72	67,52%
2011	1600	0	0	1	11,00	6,50%	1,8609	265.056	18.877,24	0,726	57,09%
2012	1200	1	0	0	7,25	5,84%	2,0840	287.587	16.293,75	0,734	48,85%
2013	1700	0	0	1	10,00	5,91%	2,3354	332.293	28.784,08	0,747	40,72%
2014	1900	0	1	1	11,75	6,41%	2,6717	357.816	28.904,54	0,757	32,07%
2015	2100	0	1	0	14,25	10,67%	3,8703	381.985	31.263,74	0,751	19,54%
2016	1600	0	0	0	13,75	6,29%	3,3830	410.276	41.848,00	0,754	11,74%
2017	1800	0	1	0	7,00	2,95%	3,3176	423.150	38.930,00		8,69%
2018	1700	0	0	1	6,50	3,75%	3,9090	445.000	33.600,00		4,46%
2019	1500	1	0	0	4,50	4,31%	4,0301	480.577	38.533,00		0,00%

Fonte: Elaborado a partir da coleta de dados.

Os dados estão pelos seus valores originais.

CAPÍTULO 18

IMPACTOS DA FORMAÇÃO TÉCNICA EM AGRICULTURA NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: EXPERIÊNCIAS CONSTRUÍDAS PELO IF BAIANO - CAMPUS BOM JESUS DA LAPA

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 15/12/2021

Junio Batista Custodio
Instituto Federal Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa. Licenciado em Letras. Licenciado em Pedagogia.
Bom Jesus da Lapa – Bahia
http://lattes.cnpq.br/0246349034307229

Alexandre Gonçalves Vieira
Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa.
Bom Jesus da Lapa – Bahia
http://lattes.cnpq.br/6046538110844329

Rafael da Silva Souza
Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa.
Bom Jesus da Lapa – Bahia
http://lattes.cnpq.br/9301615281549422

Renata da Silva Carmo
Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa.
Bom Jesus da Lapa – Bahia
http://lattes.cnpq.br/7621181339249592

RESUMO: O presente artigo estruturou-se com base em uma pesquisa de levantamento, de natureza quali-quantitativa, realizada com egressos do curso Técnico em Agricultura do IF Baiano – *Campus* Bom Jesus da Lapa, com o objetivo de diagnosticar os impactos da formação na trajetória pessoal e profissional. Teve por base o estudo e análise dos projetos pedagógicos de curso, levantamento de referencial teórico e aplicação de formulário de pesquisa, na plataforma google forms. O estudo evidenciou, em linhas gerais, que o curso tem contribuído com a perspectiva de inserção e atuação no mercado profissional, na medida em que a proposta se preocupa com as competências técnicas e com a formação humanística, levando em consideração o contexto socioprodutivo e as demandas de formação de mão-de-obra qualificada. Assim, o curso se configura como um importante espaço de qualificação, o qual tem impactado significativamente na dinâmica territorial.
PALAVRAS-CHAVE: Agricultura. Formação Profissional. Território. Desenvolvimento.

IMPACTS OF TECHNICAL TRAINING IN AGRICULTURE ON REGIONAL DEVELOPMENT: EXPERIENCES BUILT BY IF BAIANO - CAMPUS BOM JESUS DA LAPA

ABSTRACT: This article was structured based on a survey of a qualitative and quantitative nature, carried out with graduates of the Technical course in Agriculture of the IF Baiano - Campus Bom Jesus da Lapa, with the objective of diagnosing the impacts of technical training on the trajectory personal and professional. It was based on the study and analysis of the pedagogical projects of the course, survey of theoretical framework and application of research form, on the google forms platform. The study showed, in general terms, that the course has contributed with the perspective

of insertion and performance in the professional market, as the training is concerned with technical skills and humanistic training, taking into account the socio-productive context and the training demands for qualified labor. Thus, the course is configured as an important qualification space, which has had a significant impact on territorial dynamics.
KEYWORDS: Agriculture. Professional qualification. Territory. Development.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os impactos da formação técnica em agricultura no desenvolvimento regional e na trajetória profissional dos egressos, a partir das experiências construídas pelo IF Baiano - *Campus* Bom Jesus da Lapa e está estruturado na perspectiva de um estudo de levantamento que buscou compreender a inserção da formação técnica na região oeste baiana e do Território Velho Chico (TVC). Trata-se de um trabalho que resulta de projeto de pesquisa aprovado no âmbito da Pró-Reitoria de Pesquisa do IF Baiano, no edital 136/2020.

O projeto de pesquisa possibilitou, também, a inserção de estudantes do ensino superior no campo da investigação científica, no sentido de compreender os significados atinentes à formação do técnico em agricultura, que está inserido na mesma área de formação do curso de Engenharia Agronômica (Ciências Agrárias).

O trabalho contempla fundamentação teórica que aborda aspectos relacionados à educação profissional e a sistematização dos dados coletados na pesquisa de campo empreendida, à luz de uma reflexão que traz em seu conjunto a própria organização de oferta dos cursos e os seus respectivos projetos pedagógicos.

2 | O CURSO TÉNICO EM AGRICULTURA NO CONTEXTO DO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE VELHO CHICO, BAHIA

O curso técnico integrado e o subsequente em agricultura são dois itinerários formativos de grande relevância para a região oeste no estado da Bahia e para o Território de Identidade Velho Chico. Atualmente, os cursos mencionados são ofertados no IF Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa. Vale salientar que Bom Jesus da Lapa é um município baiano que dispõe de um grande potencial hídrico, além de ser referência estadual e nacional na produção de banana, considerando a existência de um perímetro irrigado. Neste contexto, é importante mencionar, também, o rio da integração nacional (Rio São Francisco), que banha a cidade e que, por sua vez, é um fator preponderante no potencial local e regional no que diz respeito à agricultura.

Desta maneira, a fim de melhor explicar a importância de tais cursos, ressaltamos suas origens a partir da criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no ano de 2008 sob a égide da Lei 11.892, e também da necessidade de profissionais qualificados com capacidade de contribuir de forma positiva no avanço da prática agrícola

local e regional. Sendo assim, as mencionadas propostas pedagógicas possibilitam o melhoramento e o aperfeiçoamento das técnicas de produção, com foco no desenvolvimento da área agrícola de forma sustentável, bem como a inclusão socioeconômica da população.

Em nossa região, a implantação do IF Baiano *campus* Bom Jesus da Lapa ocorreu em 2010, abrindo caminhos para a realização de estudos de demanda e para a criação do curso subsequente em agricultura no ano de 2014 e o curso técnico integrado ao nível médio em 2016. Frisa-se que ambos buscam atender às demandas das populações rurais, isto é, os produtores rurais, povos quilombolas, agricultores familiares e comunidades ribeirinhas. Além disso, com a criação do IF Baiano, a educação básica tecnológica municipal e regional obteve bastante progresso, na medida em que houve avanços qualificativos em termos de oferta e de indicadores de qualidade, bem como o estímulo à formação de profissionais qualificados que possam futuramente, contribuir de forma positiva na produção agrícola, nos cultivos anuais e perenes e também na organização produtiva.

Os futuros profissionais por sua vez, devem levar em consideração, o fato de que a formação de um técnico em agricultura não é simples, requerendo uma certa identificação com a área envolvida, em virtude de exigir uma vocação agrícola, que priorize literalmente o foco na agricultura e seus pressupostos, através da utilização dos conceitos e saberes adquiridos ao longo do curso, considerando questões socioeconômicas e os impactos que poderão ocorrer a partir das técnicas associadas à agricultura, no meio ambiente.

Neste cenário, ao concluir o curso, os egressos deverão ter desenvolvido um perfil de qualificação profissional, capacidade de desenvolver ações com ênfase no progresso de produção agrícola e tornar-se aptos a trabalhar com empreendimentos e criatividade no mercado de trabalho. Assim, poderão alcançar sua própria autonomia e buscar uma vida mais produtiva e independente nos mais diversos sentidos.

Em relação à organização da matriz curricular, no curso subsequente, podemos dizer que ela se constitui, basicamente, de três semestres com um total de 400 horas em cada período, totalizando 1200 horas, distribuídas em 19 componentes curriculares, acrescidas de 200 horas de estágio. O curso integrado, por sua vez, é destinado aos discentes que buscam concluir o ensino médio profissionalizante, disponibilizando 12 disciplinas da base nacional comum e 14 relacionadas ao eixo tecnológico do curso de agricultura, ao longo de três anos. Desta maneira, constitui-se, também, de 1200 horas de disciplinas da área técnica, acrescidas de 150 horas de estágio exigido para a conclusão.

Já no que diz respeito à tendência de produção agrícola, ambas as modalidades priorizam metodologias sustentáveis, pois essas práticas reduzem os impactos ambientais causados por agrotóxicos e os desmatamentos ilegais, os quais proporcionam diminuição da fertilidade do solo e o déficit de insetos polinizadores, que são fundamentais para diversas vegetações e culturas. Além disso, os consumidores estão procurando agricultores que realizem métodos eficazes e que priorizem um modelo sustentável, proporcionando assim os alimentos saudáveis para o consumo.

Portanto, refletir sobre o contexto histórico local, produzido a partir da compreensão de produção agrícola, ausência da qualificação profissional que visa um progresso local e regional de maneira sustentável com base em alguns fatores, é indispensável. Isto posto, os cursos têm como intuito formar profissionais com capacidade de executar, planejar e monitorar etapas nos setores agrícolas, por exemplo, auxiliando na criação de associações, cooperativas ou até possibilitando o empreendedorismo, principalmente, nas regiões onde a agricultura familiar é predominante. Logo, os cursos se configuram como um significativo vetor para o desenvolvimento local e regional.

3 | PRINCÍPIOS HISTÓRICOS E FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO

A educação profissional no Brasil surge com a publicação do decreto 7.566, de 23 setembro de 1909, assinado pelo presidente Nilo Peçanha, o qual é considerado o marco inicial do ensino profissional, científico e tecnológico de abrangência federal no Brasil. Em sua gênese, essas escolas não se vinculavam a uma proposta emancipadora e crítica de educação. Conforme Fonseca (1961) o ensino técnico surgiu para dar conta de uma massa empobrecida que aumentava consideravelmente com o processo de urbanização.

Machado (1982), por sua vez, em seus estudos, apregoa que este ensino vem historicamente sendo produzido por necessidades econômicas, políticas e sociais, que se desvelam no transcurso de suas práticas.

Conforme dados levantados junto à base de informações da Secretária de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (2010), com a Constituição Federal de 1937 o ensino técnico profissionalizante foi contemplado como um elemento estratégico ao desenvolvimento da economia e como um dos fatores responsáveis pela conquista de melhores condições de vida para a classe trabalhadora. Tal concepção de ensino estava intrinsecamente sintonizada com as políticas sociais disseminadas e executadas pelo Governo de Getúlio Vargas.

Dentre as idas e vindas históricas, os teóricos que abordam a educação nacional alimentarem críticas ao ensino técnico-profissionalizante, dadas as condições e aos objetivos históricos de sua criação. Contudo, observa-se que mudanças significativas vêm ocorrendo a partir da década de 90, resultado de intensas discussões e da divulgação desses novos dispositivos legais que orientam a organização curricular e os objetivos dessa modalidade educacional.

A Lei nº 9.394/96 e as Diretrizes Nacionais para o Ensino Profissional, Técnico e Tecnológico, por exemplo, propõem privilegiar o conhecimento universalizado e a inovação na formação profissional, não apenas com o objetivo de atender às novas e sucessivas necessidades por bens, serviços e saberes que surgem a todo instante na sociedade, como também despertar o senso crítico dos educandos, de maneira a possibilitar-lhe uma atuação mais efetiva e empreendedora no meio social.

A função da educação profissional, pela LDB, não é substituir a educação básica e nem com ela concorrer. A valorização de uma não representa a negação da importância da outra. A melhoria da qualidade da educação profissional pressupõe uma educação básica de qualidade e constitui condição indispensável para o êxito em um mundo pautado na competição, na inovação tecnológica e, também, nas crescentes exigências de qualidade, produtividade e conhecimento (FARIA, 2009).

As Diretrizes Nacionais para o Ensino Técnico, por sua vez, trazem consigo a premissa de que é necessário resgatar a visão unitária de educação, com aspectos que privilegiem tanto a formação geral e humanística, quanto a formação técnica. O trabalho é a essência da vida, e é definido por muitos autores, a exemplo de Frigotto (1998) como princípio educativo. Não o trabalho alienante que sufoca a capacidade criadora e a liberdade do ser humano, mas o trabalho que dá dignidade à vida, constituindo, por assim ser, seu próprio fundamento. É sobre este prisma que a formação profissional deve se orientar.

A ressignificação do ensino profissional e técnico no amplo debate estabelecido nas duas últimas décadas, tanto nas instâncias gestoras nacionais quanto no âmbito do Conselho Federal de Educação e as instituições de Educação ligadas à Rede Federal em todo país, perpassa pela redefinição curricular que pretende dosar ensino técnico e humanístico, e nesse sentido, adotar uma nova concepção de trabalho no contexto escolar. Está, portanto, intrinsecamente articulada à tese de reestruturação do trabalho no capitalismo.

Nesse sentido, as novas competências e habilidades buscadas pela educação na Rede Federal postulam tanto a formação de trabalhadores, como também o desenvolvimento da capacidade de participação, o senso de responsabilidade, a criatividade e a produtividade.

Por fim, trazemos à luz os fundamentos de Manfredi (2002), o qual enfatiza que o Ensino Técnico deve buscar o aprofundamento de conhecimentos, possibilitando o prosseguimento de estudos, a qualificação profissional e o exercício da cidadania; deve, acima de tudo, buscar aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Tais pressupostos estão materializados nos projetos pedagógicos dos cursos analisados.

4 I MATERIAIS, MÉTODOS E UNIVERSO DA PESQUISA

A investigação estruturou-se como uma pesquisa de levantamento, que para Medeiros (2019) é uma estratégia por meio da qual é possível obter dados e informações sobre opiniões de um grupo de pessoas a partir de um determinado objeto ou tema de estudo. A perspectiva ancora-se em estudos de Marconi e Lakatos (2017), para as quais os dados desse tipo de pesquisa são coletados diretamente dos informantes, geralmente por meio de questionários ou formulários padronizados, no sentido de se diagnosticar uma determinada tendência de uma população, tendo como referência um lugar e um momento

específico.

Por se tratar de uma técnica ajustada à abordagem qualitativa, as amostras não seguiram um padrão probabilístico, mas uma seleção intencional de população, dadas suas características (alunos de escola pública federal) e relação com a proposta do estudo (o fato de cursarem Agricultura, nas formas subsequente e integrada).

Categorias pesquisadas	Total de estudantes matriculados em no período do estudo	Total de estudantes colaboradores na pesquisa	Percentual de colaboração na pesquisa
Estudantes do Subsequente	320	43	13,4 %
Estudantes do Integrado	120	29	24,2%

Quadro 01 – população amostral do estudo.

Fonte: elaboração dos autores, 2021.

Assim, considerando a tipologia selecionada, estruturou-se um questionário virtual, que foi aplicado na plataforma google forms, apresentando variáveis relacionadas a: forma de oferta do curso escolhido; sexo; idade; cidade de residência; empregabilidade; caracterização da atividade profissional; continuidade dos estudos após a conclusão do curso técnico; percepções acerca da qualidade da formação técnica recebida no IF Baiano. A aplicação do questionário foi feita ao longo do mês de janeiro de 2021. O recorte temporal da pesquisa abarca o interstício de 2014 a 2018, o qual serviu de balizador na seleção do universo pesquisado. O processo de coleta das informações foi 100% virtualizado, considerando o período pandêmico vivenciado com a COVID-19.

A sistematização dos dados alinhou-se a uma perspectiva de pesquisa quanti-qualitativa, fundamentada em Marconi e Lakatos e Ludke e André (1986), a partir da qual tornou-se possível realizar o tratamento qualitativo dos dados, a partir de inferências entre a formação recebida e o contexto de atuação profissional. Assim, na organização dos resultados, foi feito o uso da técnica da categorização dos dados, considerando a natureza de cada questão apresentada no questionário.

5 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características do público estudado

O público pesquisado foi composto por egressos do Curso Técnico em Agricultura do IF Baiano – *Campus* Bom Jesus da Lapa, tanto na forma subsequente quanto integrada. Do total pesquisado, 40,2% correspondeu ao curso integrado e 59,7% ao curso subsequente. Em relação ao universo, no quesito escolaridade, 93% foram oriundos de escolas públicas

do ensino fundamental, contra 4% de escolas particulares e 3% parcialmente de escolas públicas. Na tabela a seguir, apresentamos os dados dos respondentes por sexo e forma de oferta.

FORMA DE OFERTA	SEXO MASCULINO	SEXO FEMININO
Integrado	16 (22,22 %)	13 (18,05 %)
Subsequente	28 (38,9 %)	15 (20,83%)
TOTAL/PERCENTUAL	**44 (61,1%)**	**28 (38,9 %)**

Tabela 1 – Total/percentual de respondentes por sexo e forma de oferta.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

Conforme tabela 2, a maior parte dos entrevistados se concentrou nas faixas dos 19 aos 24 anos, sendo a maioria (61,1%) do sexo masculino.

FAIXA ETÁRIA	SEXO MASCULINO	SEXO FEMININO
16-18 anos	4	7
19-21 anos	19	8
22-24 anos	11	4
25-27 anos	7	7
Acima de 28	3	2
Percentual total	**44 (61,1%)**	**28 (38,9%)**

Tabela 2 – Percentual por Faixa etária dos respondentes.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

Visualiza-se uma predominância do sexo masculino sobre o feminino no tocante ao aspecto do quantitativo de egressos. Dessa maneira, a desigualdade de gênero permeia inúmeras estruturas sociais (CASTELLS, 2000). Essa perspectiva histórica se reflete, também, nos indicadores educacionais, sobretudo em determinados cursos, graduações e trabalhos, tradicionalmente taxados de caráter masculino, com pouca agregação no âmbito feminino.

Alguns dados demonstram que a área de agrárias é de predomínio masculino, seja na vida acadêmica ou profissional, não há um aprofundamento que busque compreender as experiências das mulheres que optam por atuar nesta área e as possíveis justificativas para esta maior concentração de homens (BARROS, 2016, p. 21).

Outro elemento preponderante é o fato de as mulheres encontrarem dificuldades de inserção no mercado de trabalho, tendo em vista que, às vezes, os alojamentos são apropriados aos homens. Por fim, podemos citar o próprio machismo presente nestes

espaços.

Portanto, todos estes fatores influenciam na escolha do curso que as mulheres optam e por haver muita discriminação nos cursos e trabalhos o percentual é baixo, apesar que, a partir do conceito de divisão sexual do trabalho (HIRATA E KÉRGOAT, 2007), percebe-se que, mesmo as mulheres tendo se ingressado em áreas denominadas masculinas, ainda há desigualdade nas carreiras e nos cursos, especificamente na área ciências Agrárias.

Em relação ao intervalo da pesquisa, faz-se mister salientar que foram analisados os ingressos entre o ano de 2014 e 2018, sendo a maioria dos respondentes ingressantes no ano de 2017 (41,67), conforme se observa na tabela 3, e composta por concluintes dos anos de 2018 (38,9) e 2019 (31,94), em consonância com os dados da tabela 4.

FORMA DE OFERTA	2014	2015	2016	2017	2018
Subsequente	12	8	0	17	6
Integrado	0	0	16	13	0
Total/Percentual	**12 (16,67 %)**	**8 (11,11 %)**	**16 (22,22 %)**	**30 (41,67 %)**	**6 (8,33 %)**

Tabela 3 – Total/percentual por Ano de Ingresso.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

FORMA DE OFERTA	2015	2016	2017	2018	2019
Subsequente	8	6	7	16	7
Integrado	0	0	0	12	16
Total/Percentual	**8 (11,11%)**	**6 (8,33%)**	**7 (9,72%)**	**28 (38,9 %)**	**23 (31,94 %)**

Tabela 4 – Total/percentual por Ano de Conclusão.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

Além de Bom Jesus da Lapa, Riacho de Santana e Serra do Ramalho, cidades onde residem a maior parte dos entrevistados, tivemos egressos residentes em Carinhanha (BA), Sítio do Mato (BA), Barra (BA), Brasília, Januária (MG), Suzano e São José dos Campos (SP), Santa Maria da Vitória (BA), São Felix do Coribe (BA), São Desidério (BA), Paratinga (BA), Luís Eduardo Magalhães (BA) Lavras (MG), Goiânia (GO).

5.2 Potencial de empregabilidade e trajetória profissional do egresso do curso

Ao longo deste tópico, abordaremos aspectos ligados à trajetória dos egressos pesquisados no que diz respeito à empregabilidade, observando quais dificuldades e oportunidades lhes foram impostas no mundo do trabalho. Além disso, analisaremos a importância da formação e localização do *Campus* para esse novo passo profissional.

De início, podemos observar as Figuras 1 e 2 e realizar um comparativo, no qual identificamos que 32% dos participantes (Fig. 1) estão empregados de forma integral e, consequentemente, não deram continuidade aos estudos, ou seja, dedicando apenas ao trabalho. Todavia, 22% realizam as duas atividades, isto é, trabalham e estudam. Desta forma, podemos compreender melhor essas informações retomando os dados da Tabela 2, mencionada anteriormente, no qual se observa que quanto maior é a faixa etária dos egressos, menor é a probabilidade de continuarem os estudos, pois possuem famílias e necessitam da manutenção do vínculo empregatício para satisfazerem as necessidades básicas do núcleo familiar.

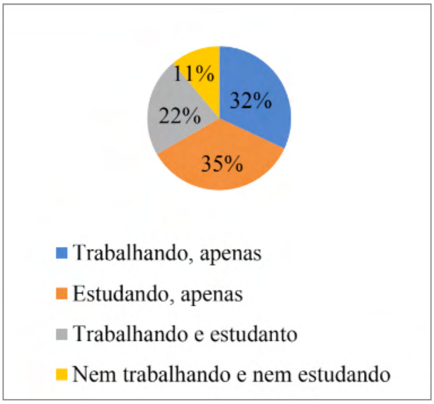


Figura 1 – Empregabilidade.
Fonte: próprios autores, 2021.

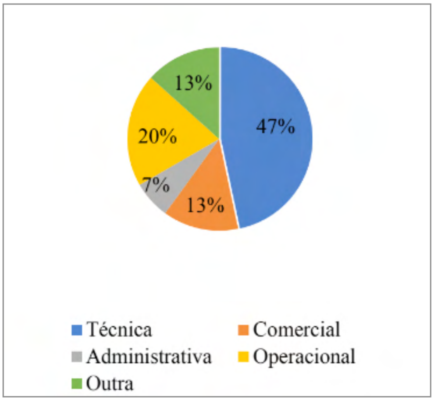


Figura 2 – Tipo de atividade desenvolvida.
Fonte: próprios autores, 2021.

Ademais, os que estão empregados de forma parcial são encontrados nas menores idades, pois residem com os pais e buscam agregar na renda familiar ou pessoal, mas sem o mesmo protagonismo. Vale salientar que 47% (Fig. 2) desses egressos estão trabalhando em atividades técnicas e, aprofundando a análise, podemos observar que desses 47%, temos uma parcela significativa de 20% dos egressos trabalhando em áreas agrícolas ou agropecuárias e outros 12% no mesmo modo, contudo parcialmente, conforme se observa na figura 3.

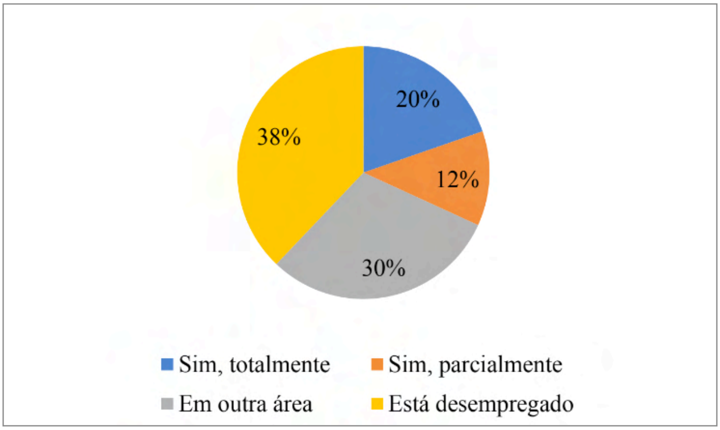


Figura 3 – Se trabalha na área

Fonte: próprios autores, 2021.

Outrossim, pelo fato de a instituição estar sediada numa região agrícola, onde existem diversas organizações ligadas à agricultura (tanto de larga produção de culturas como banana, laranja, feijão e soja, como também pequenas agremiações onde podemos citar as cooperativas e associações familiares), observa-se que há um mercado de oferta de oportunidades profissionais amplos para técnicos agrícolas, que se estende, inclusive, por outras cidades da Região Oeste da Bahia. Vale ressaltar, ainda, a admissão de empresas fora do estado da Bahia, por exemplo, Dianópolis (TO), cuja economia gira em torno da agropecuária.

Não obstante, na Tabela 5, visualiza-se que a admissão desses ex-alunos é rápida, pois existe uma demanda direcionada à área, tanto é que entre 6 meses a 1 ano, pós formação, grande parte dos egressos conseguem um emprego. Entretanto, 30% dos egressos empregados (Fig. 4) recebem de 1 a 2 salários mínimos, a provável justificativa para tais honorários está relacionada à inexperiência dos egressos, os quais estão no início de suas carreiras profissionais, assim, corroborando com as faixas salariais alcançadas.

FAIXA DE TEMPO	TOTAL DE RESPONDENTES
De 0 a 6 meses	16
Acima de 6 meses até um ano	12
Acima de 1 ano até 1,5 anos	0
Acima de 1,5 anos	9

Tabela 5- Depois de formado, quanto tempo levou para arrumar emprego.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

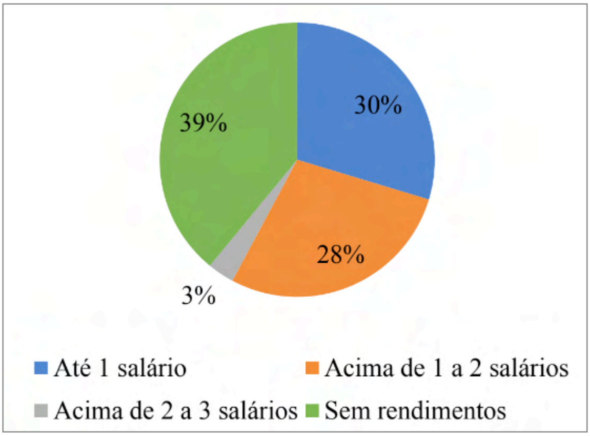


Figura 4 – Rendimento salarial.

Fonte: próprios autores, 2021.

A Figura 5 revela que para 80% dos entrevistados, os rendimentos auferidos encontram-se na média do mercado, além do mais, consideram que trabalham de forma razoável no tocante à carga horária de trabalho, com jornadas que variam entre 20 e 40 horas semanais.

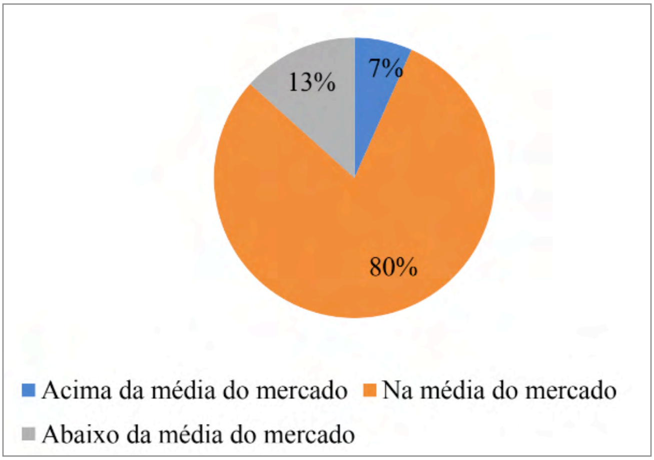


Figura 5 – Remuneração

Fonte: próprios autores, 2021.

Assim, as condições de trabalho estão em consonância com a Consolidação das Leis do trabalho (CLT), uma vez que cerca de 53% (Fig. 6) detêm a carteira assinada. Portanto, frente aos dados apresentados, os egressos estão conseguindo ingressar nos serviços voltados a área de formação, o que nos leva à convicção de que temos uma

demanda de profissionais na região e também nos demais estados.

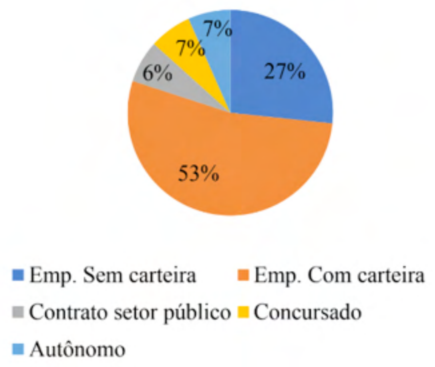


Figura 6 – Vínculo empregático

Fonte: próprios autores, 2021.

5.3 Possíveis fatores que facilitam ou dificultam o ingresso no mundo do trabalho

A compreensão dos fatores que interferem ou dificultam o ingresso no mundo do trabalho perpassa por questões ligadas ao desenvolvimento de competências e habilidades profissionais, bem como a própria disponibilidade de oportunidades de trabalho. Evidentemente que, no contexto local, apesar da existência de projetos agropecuários de grande porte e da tendência cada vez mais constante do desenvolvimento de experiências de produção através dos sistemas irrigáveis e do fortalecimento da agricultura familiar, as possibilidades de inserção profissional ainda são pequenas, diante da disponibilidade de mão-de-obra. Tal situação conduz, muitas vezes, o recém-formado a aceitar postos de trabalho que não mantêm relação direta com a área de formação, o que incide sobremaneira no subsídio salarial e na satisfação profissional.

É bem verdade, entretanto, que houve, entre os entrevistados, a demonstração de níveis elevados de satisfação em relação à formação recebida. Para 53% dos entrevistados, o nível de satisfação é muito alto e para 27% é alto (Figura 7).

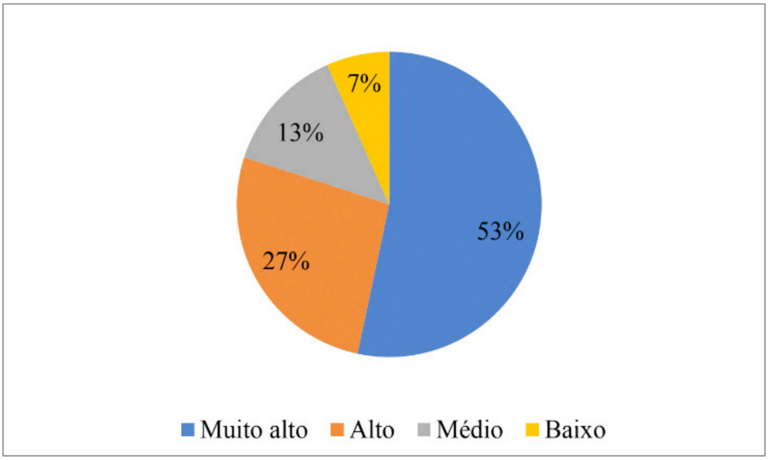


Figura 7 – Satisfação na área técnica

Fonte: próprios autores, 2021.

Esses dados evidenciam, ao seu turno, que certamente os profissionais egressos lançam mão dos conhecimentos construídos ao longo da trajetória acadêmica no seu cotidiano profissional, o que se reverbera no domínio de competências técnicas da área ou competências secundárias, atinentes ao componente humanístico e propedêutico da formação. Fato é que para 52% dos entrevistados, as exigências de qualificação profissional do emprego são compatíveis com a formação recebida no curso, para 17% são superiores e apenas para 31% são inferiores (Figura 8).

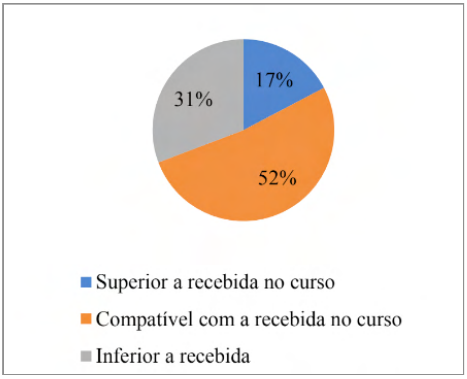


Figura 8 – Exigência de qualificação.
Fonte: próprios autores, 2021.

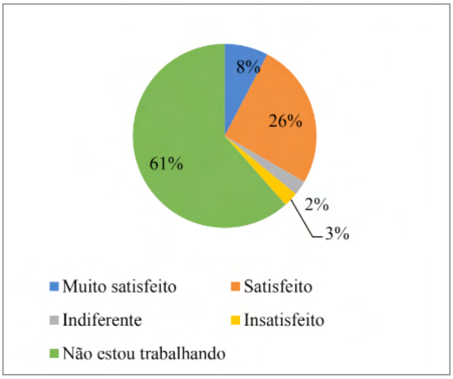


Figura 9 – Satisfação com o trabalho profissional do emprego
Fonte: próprios autores, 2021.

5.4 Importância do currículo para a formação técnica e preparação do egresso

A palavra currículo traz em sua essência a ideia de "rota" ou "caminho" percorrido, ou seja, a trajetória ou estrada explorada pelo aluno ou pelo profissional ao longo de sua vida acadêmica. Portanto, o currículo é o artefato que engloba desde o início de sua formação até o estágio mais atual de escolarização em que se encontra o estudante ou o profissional.

Especificamente em relação à formação técnica, o currículo abarca conhecimentos gerais e competências profissionais, reunidas em uma Base Nacional Comum Curricular (para os cursos de Nível Médio) e um Eixo Tecnológico (para os cursos de Nível Técnico), em torno dos quais gira o processo de formação do profissional. Busca-se, dessa forma, assegurar conhecimentos, competências e habilidades que vão agregar muito valor, seja na sua trajetória de vida pessoal ou profissional.

Nesse sentido, ao se analisar a matriz curricular das duas modalidades, integrada e subsequente, é possível perceber uma grande semelhança entre elas. Portanto, entre os componentes curriculares "comuns" que compõem a estrutura curricular do curso técnico em agricultura nas modalidades integradas e posteriores podemos citar: Informática Aplicada, Matemática Aplicada, Gestão Rural, Construções Rurais, Saúde e Segurança no Trabalho, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Mecanização Agrícola, Olericultura, Topografia, Sanidade Vegetal, Culturas Anuais e Perenes, Irrigação e Drenagem, Fruticultura, Agroecologia e Gestão Ambiental, Extensão e Desenvolvimento Rural e Projeto Integrador. Tal organização possibilita inferir que, em ambas as propostas, os componentes formativos do eixo tecnológico trazem em si aspectos relacionados às competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos profissionais formados, com vistas a assegurar a inserção no mundo do trabalho.

Em essência, a Figura 10 revela a satisfação com a estrutura de oferta do curso. Assim, destacamos três percentuais que melhor nos mostram o quão satisfeitos os egressos estão com a estrutura de oferta do curso recebida. A esse respeito, fica evidente que 53% dos técnicos se consideram altamente satisfeitos, 31% muito altamente satisfeitos e 14% moderadamente satisfeitos.

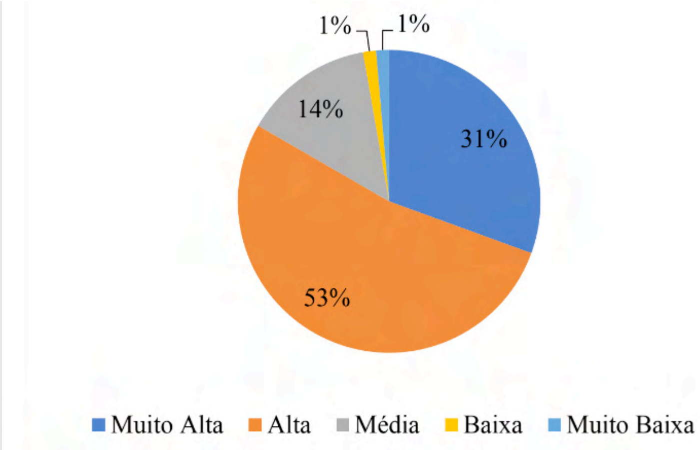


Figura 10 – Qual sua satisfação com a estrutura de oferta do curso

Fonte: próprios autores, 2021.

Com base no gráfico sobre a avaliação do desempenho do *Campus* Bom Jesus da Lapa, por sua vez, percebe-se que 70% dos egressos escolheram a opção “ótima”, 26% “bom” e 4% razoável. Assim, é fato que o campus cumpre com excelência sua atuação como instituição no âmbito do território.

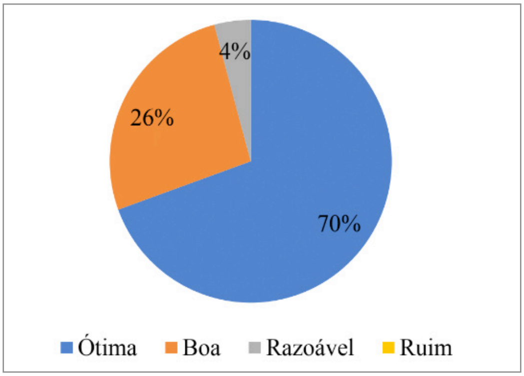


Figura 11 – Qual sua avaliação acerca da atuação do Campus Bom Jesus da Lapa

Fonte: próprios autores, 2021.

Para além de avaliar a importância do *Campus* e de sua estrutura, buscou-se, ainda, analisar a relação entre o trabalho desenvolvido e a formação técnica recebida, conforme Figura 12. Ela destaca que 67% dos estudantes relatam que tal formação está fortemente relacionada com a área, 20% relata que está pouco relacionada e 13% diz que não possuí nenhuma relação. Conclui-se, portanto, que a capacitação proporcionada pelo Campus Bom Jesus da Lapa aos estudantes e à sociedade está satisfatoriamente relacionada com

as demandas do mundo do trabalho.

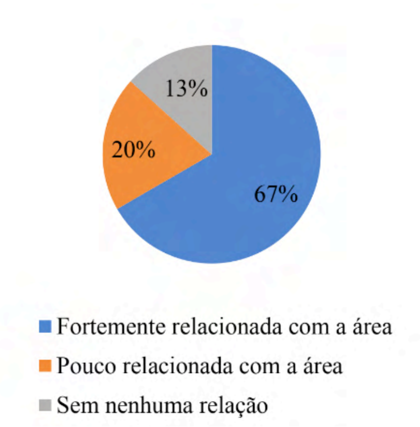


Figura 12 – Relação do trabalho com a formação técnica

Fonte: próprios autores, 2021.

A Figura 13, por sua vez, aborda a satisfação com o aprendizado do curso, ou seja, o quão os egressos que passaram pela instituição se sentem realizados com todo o conhecimento ou aprendizado construído. Portanto, percebe-se que a maioria, ou seja, 62% estão satisfeitos, 27% estão muito satisfeitos e 11% estão moderadamente satisfeitos. Logo, a grande maioria considera que o aprendizado do curso é de extrema relevância.

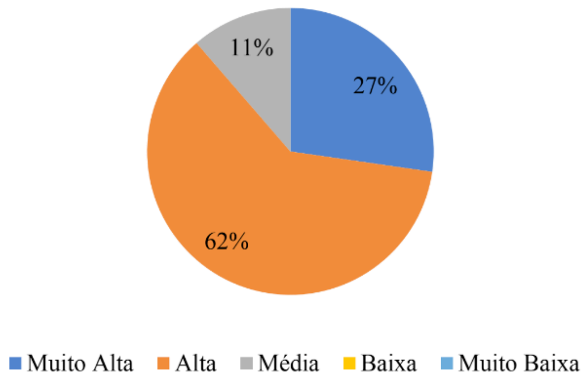


Figura 13 – Satisfação com o aprendizado do curso.

Fonte: próprios autores, 2021.

Diante do exposto, é possível perceber a importância que um currículo tem na vida de cada aluno, pois representará de forma clara e objetiva a síntese de todo o percurso

percorrido, seja ele estudante em formação ou o profissional já formado. Ou seja, o currículo assumirá a função de registrar o nível de formação com todas as informações consideradas importantes para um determinado aluno ou profissional.

5.5 O itinerário formativo do egresso e suas prospecções

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) em 2018, apenas 32,7 % jovens de 18 a 24 anos ingressaram nas graduações, o que é um percentual baixo, considerado a outros países. Assim, ao analisar a Tabela 6, observamos o pequeno número de alunos que concluíram o ensino técnico em Agricultura Integrado e Subsequente que adentraram ao ensino superior. Este percentual é ainda relativamente baixo, fator que se torna preocupante, uma vez que a graduação nos tempos atuais é de extrema importância.

FORMA DE OFERTA	SIM	NÃO
Integrado	13 (18,05 %)	16 (2,22 %)
Subsequente	24 (33,33 %)	19 (26,40 %)
TOTAL/PERCENTUAL	**37 (51,4 %)**	**35 (48 ,6%)**

Tabela 6 – Total/percentual que deu/não deu continuidade ao ensino superior.

Fonte: pesquisa de campo, 2020.

A partir dos dados da Tabela, se torna relevante o apontamento das possíveis causas dos egressos não darem a continuidade aos estudos, sendo que um dos fatores é por ser curso técnico profissionalizante com duração que varia 18 a 36 meses, estes ao ingressarem no curso pretendem concluir e ingressar em um mercado de trabalho de imediato. Sendo assim, ao adentrar ao trabalho de carteira assinada, em muitas das vezes se torna inviável cursar uma graduação, devido à flexibilização de horários e tempo disponível, isto é, conciliar trabalho e estudo. Outro fator a ser mencionado, é que muitos deste ajudam no sustento familiar ou se tornam os responsáveis pelo núcleo familiar, optando por trabalhar para manter as despesas. Outro elemento a ser mencionado é também o desinteresse em cursar o ensino superior.

Além disso, de acordo com os dados levantados, 93% dos egressos são de escola pública e desta maneira, podem sofrer com questões de ordem econômica, ou seja, a exemplo de necessidade financeira, distância entre residência e faculdade, falta de recursos para aquisição de materiais escolares ou mesmo impossibilidade de custeio do valor da mensalidade.

Todavia é importante frisar que a maioria dos egressos deram continuidade à

graduação no curso de Engenharia Agronômica, ou seja, 68,42% daqueles que informaram estar fazendo graduação, optaram pelo referido curso, conforme se observa na Tabela 7:

NOME DO CURSO	PERCENTUAL DE ESCOLHA
Engenharia Industrial	1 (2,63%)
Publicidade e Propaganda	1(,2,63%)
Engenharia Agronômica	26 (68.42%)
Engenharia Mecânica	1 (2,63%)
Medicina Veterinária	1 (2,63%)
Administração	2 (5,26%)
Pedagogia	3 (7,9%)
Geografia	2(5,26%)
Farmácia	1 (2,63%)
TOTAL	**38**

Tabela 7 - Cursos escolhidos por total/percentual de respondentes:

Fonte: pesquisa de campo, 2020

Observamos ainda que outras opções foram buscadas pelos estudantes, a exemplo dos cursos de Administração, Pedagogia e Geografia. Tal prevalência se deve ao fato destes cursos serem oferecidos gratuitamente pela Universidade do Estado da Bahia, em Bom Jesus da Lapa. Desta forma, espera-se que oportunamente esse quadro se amplie e que muitos outros egressos adentrem ao chão da universidade.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou uma leitura crítica sobre o potencial formativo do curso Técnico em Agricultura, nas modalidades integrada e subsequente, a partir de uma pesquisa de levantamento com egressos.

Os resultados apontaram que o curso tem contribuído com a perspectiva de inserção e atuação no mercado profissional, na medida em que a proposta se preocupa com as competências técnicas e com a formação humanística, levando em consideração o contexto socioprodutivo e as demandas de formação de mão-de-obra qualificada.

A avaliação da formação recebida, sua vinculação com a construção de uma competência técnica na área, a visão construída acerca da função social do *Campus*, oportunizam uma leitura positiva acerca dos impactos tanto na inserção dos egressos no mundo do trabalho, quanto da construção de perspectivas que contribuam com o desenvolvimento regional.

Os institutos se circunscrevem no âmbito territorial com a premissa de difundir o conhecimento científico e humanístico, a técnica, a arte e a cultura. Nessa perspectiva, a pesquisa demonstra que os caminhos construídos pelo IF Baiano – *Campus* Bom Jesus da Lapa revelam uma trajetória de experiências positivas, reverberadas no sucesso profissional

dos egressos e na visão de instituição séria e comprometida com a transformação, tão amplamente difundida no território.

REFERÊNCIAS

BARROS, Layra G. **Divisão Sexual do Trabalho nas Carreiras Agrárias na Graduação da Universidade Federal de Viçosa.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2016.

BRASIL, **Lei n. 4.024 de 20 de dezembro de 1961**. Fixa diretrizes e bases para a educação nacional.

BRASIL. Leis, Decretos. **Decreto 7.566, de 23 de setembro de 1909**. Disponível em: http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe2/pdfs/Tema6/0668.pdf. Acesso em: 04/04/2021.

BRASIL, **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. **Decreto Federal nº 2406/97 de 27 de novembro de 1997.** Regulamenta a Lei Federal nº 8.948/94 (trata de Centros de Educação Tecnológica). Brasília, 28 nov. 1997. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D2406.htm>. Acesso em: Acesso em: 04/04/2021.

BRASIL. **Lei nº 8.948, de 8 de dezembro de 1994.** Dispõe sobre a instituição do Sistema Nacional de Educação Tecnológica e dá outras providências. Brasília, 8 de dezembro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8948.htm. Acesso em: Acesso em: 04/04/2021.

BRASIL. Lei nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. **Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, 30/12/2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação Profissional e Tecnológica**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec. Acesso em: 02/01/2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Apresenta informações gerais sobre a instituição. 2009.** Disponível em <http://portal.mec.gov.br/redefederal/reordenamento.php>. Acesso em: Acesso em 04/04/2021.

BRUSCHINI, Maria Cristina Aranha**. “Trabalho e gênero no Brasil nos últimos dez anos”**. Cadernos de Pesquisa, v.37, n. 132, p. 537-572, set./dez. /2007.

CABRAL, Carla G.; BAZZO, Walter A. “**As mulheres nas escolas de engenharia brasileiras: história, educação e futuro”**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 24, n.1, p. 3 9, 2005.

CASTELLS, Manuel. **“A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura.”** Cap. 4: “O fim do patriarcalismo: movimentos sociais, família e sexualidade na era da informação”. Vol.4, 2000. Disponível em: ftp://ftp.ige.unicamp.br/pub/aulas_profa_leda/O%20poder%20da%20identicade%20Cap%204.pdf. Acesso em: 03/04/2021.

CEFET-PR. CEFET 90 anos. **Edição comemorativa**. 23 de setembro de 1999. Curitiba, 1999.

FARIA, Cláudio Miguel Alves de, 1966- **Estágio Curricular Supervisionado: a contribuição para a formação profissional do técnico agrícola no Instituto Federal de Minas Gerais** / Cláudio Miguel Alves de Faria – 2009.

FONSECA. Celso Suckow. **História do Ensino Industrial no Brasil.** Rio de Janeiro: CBAI, 1961.

FRIGOTTO, G. **Educação e crise do trabalho**: perspectivas de final de século. Rio de Janeiro, Vozes, 1998.

HERNANDEZ, Fernando. **Transgressões e Mudanças na Educação**: os Projetos de Trabalho. SP: Artmed, 1998.

HIRATA, Helena, KÉRGOAT, Danièle. **“Novas configurações da divisão sexual do trabalho”.** Cadernos de Pesquisa, v. 37, n.132, p.595-609, set./des. 2007.

LOUSADA, A. C. Z.; MARTINS, G. A. **Egressos como fonte de informação à gestão dos cursos de Ciências Contábeis**. Rev. contab. financ. 16 (37). Abr 2005.

LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Lucília Regina de Souza. **Educação e divisão social do trabalho**: contribuição para o estudo do ensino técnico industrial brasileiros. São Paulo: Cortez, 1982.

MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas: 2017.

MANFREDI, Sílvia Maria. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MARTINS, G. A. **Metodologia da Investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica**: prática de fichamentos, resumos, resenhas. 13. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos.”**Reforma Capanema**” (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira* - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=371, Acesso em 04/04/2021.

NITAHARA, Akemi. **Acesso a nível superior no Brasil é abaixo dos padrões internacionais**. 2019. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-11/acesso-nivel-superior-no-brasil-e-muito-abaixo-dos-padroes-internacionais. Acesso em: 01/04/2021.

ROSEMBERG, F**. “Educação formal, mulher e gênero no Brasil contemporâneo”.** Revista Estudos Feministas, São Paulo, v.9, n.2, p.515-540, jul./dez. 2001.

CAPÍTULO 19

IMPORTÂNCIA DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO BRASIL - 1996 A 2016

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 07/10/2021

Amanda Rezzieri Marchezini
Universidade Federal de São Carlos
Araras – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3580667709117167

Adriana Estela Sanjuan Montebello
Universidade Federal de São Carlos
Araras – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/4326971138357942

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi analisar como o complexo agroindustrial do café tem contribuído no processo de desenvolvimento econômico do Brasil e dos principais estados produtores no período de 1996 a 2016. A fim de se atingir o objetivo proposto, a metodologia da presente pesquisa consiste em realizar uma pesquisa exploratória por meio da revisão de literatura sobre a temática abordada, bem como realizar uma análise gráfica e tabular de dados secundários referentes às variáveis de produção, produtividade, exportação, importação e mão de obra, presentes em levantamentos estatísticos oficiais de pesquisa. O comportamento da tendência e a evolução destas variáveis serão verificados através das taxas geométricas de crescimento. Verificou-se que o agronegócio do café cumpre as funções determinadas pela literatura sobre o papel da agropecuária no processo de desenvolvimento econômico de uma região por meio do fornecimento de alimentos (fornecimento e alta produção de café verde); do fornecimento de capital para o setor não agrícola (pela rotação de capital entre as indústrias de insumos e a produção e também entre os salários e bens de consumos); por meio da criação de mão de obra para crescimento e diversificação da economia (altas taxas de empregabilidade principalmente no cultivo e pela necessidade da colheita manual); por meio do fornecimento de divisas para a compra de insumos e bens de capital necessários ao desenvolvimento de atividades econômica (alto volume exportado e quase inexistência de importações pelo setor no período analisado); e também por constituir-se em mercado consumidor para os produtos do setor não agrícola (consumo de ferramentas, peças e acessórios pelas agroindústrias de torrefação e moagem). Concluiu-se que este complexo contribui ativamente para o desenvolvimento econômico do país.

PALAVRAS-CHAVE: mão de obra; exportação; agricultura.

IMPORTANCE OF THE COFFEE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF BRAZIL FROM 1996 TO 2016

ABSTRACT: The general objective of this research was to analyze how the coffee agroindustrial complex has contributed to the economic development process of the country and the main producing states of this agricultural culture in the period from 1996 to 2016. In order to achieve the proposed objective, the methodology of this research consists of conducting a review of the literature on the subject addressed, as well

as performing a graphical and tabular analysis of secondary data regarding the variables of production, productivity, exports, imports and labor. of work, present in official statistical surveys of research. The trend behavior and the evolution of these variables will be verified through geometric growth rates. And so, it was found that the coffee agribusiness fulfills the functions determined by the literature on the role of agriculture and livestock in the economic development process of a region, as: a) the supply of food, for the supply and high production of green coffee; b) the supply of capital to the non-agricultural sector, which occurred due to the rotation of capital between the industries of inputs and production and also between wages and consumption goods; c) creation of manpower for growth and diversification of the economy, coffee has high employability rates mainly in cultivation, due to the need for manual harvesting; d) the provision of foreign exchange for the purchase of inputs and capital goods necessary for the development of economic activities, which occurred due to the high volume of exports and almost no imports by the sector; e) constitute a consumer market for products from the non-agricultural sector, indicated by the consumption of tools, parts and accessories by the roasting and grinding agro-industries. It was concluded that this complex actively contributes to the country's economic development.
KEYWORDS: labor; export; agriculture

1 | INTRODUÇÃO

Complexos agroindustriais são definidos como a sucessão de atividades associadas à produção e transformação de produtos agropecuários e florestais, bem como a geração, beneficiamento, produção de bens de capital e de insumos industriais para as atividades agrícolas, além da coleta, a armazenagem, o transporte, a distribuição dos produtos industriais e agrícolas, o financiamento, a pesquisa, tecnologia e a assistência técnica (MÜLLER, 1989).

Dentre os complexos agroindustriais brasileiros, destaca-se o complexo do café. Segundo Suplicy (2013), o Brasil responde por um terço da produção mundial de café, o que o coloca como maior produtor mundial, posto que detém há mais de 150 anos. O país destaca-se também como maior exportador do produto no mundo além de ocupar a segunda colocação no ranking de países com maior consumo de café (MAPA, 2017).

Devido à magnitude do Complexo Agroindustrial do Café na formação econômica do país e seu incentivo ao surgimento de indústrias no país, o presente trabalho tem como problema de pesquisa compreender de que forma acontece a contribuição deste complexo agroindustrial no desenvolvimento econômico do país e dos seus três maiores estados produtores da cultura nos anos de 1990 até os dias atuais.

Neste contexto, a presente pesquisa irá contribuir não somente para a atualização dos dados da literatura a respeito dessa temática, mas também para a análise de como tal cultura, historicamente importante para a economia do país, ainda auxilia no desenvolvimento econômico atual do país nestes últimos 20 anos.

Tendo em vista tal importância histórico-econômica do café nos estados do Espírito

Santo, Minas Gerais e São Paulo, o objetivo geral do presente trabalho de pesquisa consiste em averiguar as contribuições do agronegócio do café no desenvolvimento econômico do país e dos seus principais estados produtores no período entre 1996 e 2016. Tal estudo pode servir de base para o planejamento de políticas econômicas e de bem-estar destes estados, além do planejamento territorial para novas produções.

Especificamente, o presente trabalho objetiva: a) analisar dados sobre a oferta de café e sua produtividade em áreas por hectare no período de 1996 a 2016. E, a partir desta análise, verificar o quanto de café tem como destino o mercado interno e o mercado externo bem como o consumo doméstico do café ao longo do período supracitado, destacando seus principais produtos. A partir deste objetivo, pretende-se verificar o papel da atividade cafeeira no fornecimento de matéria prima, alimentos para a população e mercado consumidor para seus produtos; b) apresentar e analisar o comportamento da evolução das exportações, das importações, e do saldo da balança comercial do agronegócio do café para o Brasil e seus principais estados produtores, a fim de verificar se esta atividade proporcionou geração de divisas para o Brasil e nos seus principais estados; c) verificar a quantidade de empregos formais gerados pelo complexo do café no Brasil e nos seus principais estados produtores ao longo do período supramencionado, observando também a média salarial e o grau de escolaridade dos trabalhadores, visando averiguar a importância da produção cafeeira para a geração de trabalho e renda; d) averiguar se o complexo agroindustrial do café constitui em mercado consumidor para produtos do setor industrial, verificando o quanto adquire de insumos industriais para suas atividades e bens de capital nas suas principais regiões produtoras.

A presente pesquisa está organizada em mais quatro seções além desta introdução. A segunda seção destaca o referencial teórico e metodológico e a fonte de dados as quais serão coletadas as informações para a realização da pesquisa. Na terceira seção são evidenciados os resultados obtidos e a discussão e na quarta seção estão as conclusões obtidas com a pesquisa.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1 Referencial teórico

Para o conceito de desenvolvimento econômico, há diversas definições que se baseiam no mesmo princípio. Desenvolvimento econômico para Schumpeter (1911) resulta em transformações estruturais dos sistemas econômicos que o aumento de renda per capita não assegura. Bacha (2012) concorda com o autor anterior ao dizer que o termo estudado diz respeito a transformações estruturais na economia que resultam em melhoria da qualidade de vida da população. Na concepção de Bresser-Pereira (2008), é o processo de acumulação de capital e a incorporação de progresso técnico ao trabalho e capital que gera não somente melhoria de salário e padrão de vida de uma população, como também

aumento da produtividade.

Dentre a amplitude de estudos sobre o desenvolvimento econômico, a agropecuária desenvolve papéis fundamentais neste processo. Assim, de acordo com Feijó (2015), no processo de desenvolvimento espera-se que a agricultura[1] cumpra cinco papéis: a) produzir alimentos a baixos preços para as cidades; liberar mão de obra para a indústria; fornecer recursos para a formação de capital; abrir mercado consumidor para produtos industriais e produzir gêneros exportáveis para possibilitar a capacidade de importação.

Bacha (2012), de forma similar a Feijó (2015) apud Johnston e Mellor (1961), considera que a agropecuária tem, basicamente, cinco funções importantes no processo de desenvolvimento econômico, as quais são: a) o fornecimento de alimentos; b) o fornecimento de capital para o setor não agrícola; c) o fornecimento e criação de mão de obra para o crescimento e diversificação da economia; d) o fornecimento de divisas para a compra de insumos e bens de capital necessários ao desenvolvimento de atividades econômicas; e) constituir-se em mercado consumidor para os produtos do setor não agrícola. A essas funções pode-se acrescentar também, a importância da agropecuária em fornecer matéria prima necessária ao processo de desenvolvimento industrial.

Conforme Bacha (2012) e Lucena (2000) apud Johnston e Mellor (1961), estas funções de 1 a 6 podem ser descritas de acordo com o Quadro 1.

Funções	**Descrição**
Fornecimento de alimentos para a população rural.	À medida que cresce a população, passa a ser função básica da agropecuária a provisão de alimentos às populações rural e urbana. A intensificação da produção agrícola aumenta a produção de alimentos, essencial no processo de desenvolvimento econômico.
Fornecimento de capital.	Ocorre quando há transferência de poupanças para a expansão industrial e para a implantação da infraestrutura básica. Há transferência espontânea por meio do investimento direto ou empréstimo de recursos em outros setores e, há transferência forçada de capital quando ocorre a tributação sobre as atividades agropecuárias.
Fornecimento de mão de obra.	Ocorre através da transferência de trabalhadores da agropecuária aos setores não agrícolas. Ou ainda, consiste em liberar trabalhadores para o meio urbano, sem reduzir a oferta de alimentos e matérias primas.
Fornecimento de divisas.	A agropecuária é, em muitos países, fonte importante de geração de divisas devido às vantagens comparativas que apresenta no mercado internacional. As exportações necessitam manter-se crescente para financiar as importações e amortizar a dívida externa, sendo importantes para elevar o ritmo de crescimento do produto nacional, promovendo o crescimento do emprego e renda.
Mercado consumidor para os produtos do setor industrial.	À medida que a agropecuária se moderniza, ela cria mercado para outros tipos de produtos industriais, como os produzidos pela indústria de bens de capitais. Além disso, a agricultura constitui em mercado consumidor ao adquirir insumos industriais, assim como bens de capital e bens de consumo final.

1 Em vários textos na literatura aparece o termo agricultura ao invés de agropecuária, sendo utilizados como sinônimo. Bacha (2012) mostra que a agricultura é o conjunto de operações que transformam o solo para a produção de vegetais úteis ao homem. Ferreira et. al. (1986) define agropecuária como a relação mútua de teoria e prática da agricultura e pecuária, ou seja, o conjunto de ambas as produções.

Fornecimento de matéria prima para o setor industrial.	A interdependência dos setores agrícolas e industrial se intensifica com a implantação de novas agroindústrias, assim como também se eleva o nível de renda das pequenas cidades.

Quadro 1 – Funções da agropecuária no processo de desenvolvimento econômico.

Fonte: Elaboração própria com base em Bacha (2012) e Lucena (2000) apud Johnston e Mellor (1961).

2.2 Metodologia

A metodologia deste trabalho consistiu em realizar uma pesquisa exploratória por meio da revisão da literatura sobre a temática abordada, bem como realizar uma análise gráfica e tabular de dados secundários presentes em levantamentos estatísticos oficiais de pesquisa. Os dados secundários para análise dos resultados e discussão da pesquisa foram coletados das seguintes fontes de informação:

• Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC): representa as indústrias de torrefação e moagem do café no país. Desta fonte foram retirados dados de consumo interno total de café torrado em quilograma por habitante no período supramencionado.

• COMEX STAT: portal criado pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), em que foram retirados os dados de exportação e importação total e do produto em questão pelo Brasil para os principais importadores.

• Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT): fornece acesso a dados da agropecuária (como produção, indicadores de segurança alimentar e nutricional, dados de comércio internacional) para mais de 245 países e territórios e cobre todos os agrupamentos regionais desde 1961. Do seu banco de dados, foram coletados dados de exportação e importação brasileiras de café verde e torrado.

• Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): principal provedor de dados e informações do país, do qual foram retirados dados acerca da área destinada a colheita, produtividade e produção de café verde por Unidades da Federação.

• Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): responsável pela gestão de políticas públicas de estímulo ao setor agropecuário, além de sua regulação e normatização de seus serviços. Desta Plataforma foram coletados os dados de quantidade e valor de exportação do complexo agroindustrial do café, em mil toneladas e em milhões de dólares, no período supracitado pelos três principais estados produtores.

• Pesquisa Industrial Anual (PIA-EMPRESA): vinculada ao IBGE, desta plataforma de dados foram recolhidas informações de consumo de matérias primas, materiais auxiliares e componentes e de consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas por indústrias de torrefação e moagem no período de 2006 a 2016.

• Relação Anual de Informações Sociais (RAIS): banco de dados com informações da quantidade de mão de obra, nível de escolaridade e salário dos trabalhadores empregados, de acordo com os setores classificados pela Classificação Nacional de

Atividades Econômicas (CNAE 2.0) no período de 2007 a 2016.

Em relação à RAIS, considera-se número de empregos como sendo o total de vínculos empregatícios efetivados em um determinado período de referência. O número de empregos difere do número de pessoas empregadas, já que o indivíduo, na data de referência, pode estar acumulando mais de um emprego. O salário médio corresponde ao valor da remuneração média nominal da RAIS/MTE do ano corrente dividida pelo número de empregados. No caso da variável escolaridade, existem nove níveis de escolaridade a partir de 2005: analfabeto, até a 5ª série incompleta, 5ª série completa do ensino fundamental, 6ª a 9ª série do ensino fundamental, fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, ensino superior incompleto e ensino superior completo.

A fim de verificar o comportamento da tendência e a evolução das variáveis analisadas no presente trabalho, serão calculadas as taxas geométricas de crescimento para a produção, para a produtividade, para a importação e exportação e, para as variáveis referentes à mão de obra, como a média salarial e a quantidade de empregos gerados pelo complexo agroindustrial do café. A taxa geométrica de crescimento é dada pela seguinte expressão:

$$TGC = (anti\log b - 1) * 100,$$

Onde TGC é a taxa geométrica de crescimento, b é o coeficiente da regressão $\log Y = a + bT$, sendo y a variável, a= constante da regressão e T= tendência. A taxa geométrica de crescimento expressa o crescimento da série, em termos percentuais por período estudado (MOTA et. al. 2005).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da oferta de café no período de 1996 a 2016

Cultivado principalmente por cerca de 300 mil pequenos e médios produtores (MAPA, 2017) e com 80% da produção proveniente de agricultura familiar (CECAFÉ, 2016), a produção brasileira de café alcançou, no ano de 2016, cerca de 3 milhões de toneladas de café verde total, tendo sido concentrada em três estados do Sudeste do país – Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, os quais foram juntos responsáveis por 89% da produção neste mesmo ano (IBGE, 2018). Entre os anos de 1996 a 2016, houve decréscimo da produção brasileira de café de 0,26% a.a. Ao mesmo tempo, neste intervalo, as taxas de crescimento da produção de café, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, foram respectivamente 0,47% a.a; 0,028% a.a e -1,98% a.a.

A Figura 1, mostra, comparativamente, a participação dos principais produtores da região Sudeste com o Brasil ao longo de um período de 20 anos da cultura. Assim, nota-se dois importantes períodos de quedas de produção na safra brasileira, sendo estes entre 2001 a 2003, com redução de 45% produção nacional e, no período entres os anos de 2012

a 2015, com redução de 13% na produção brasileira.

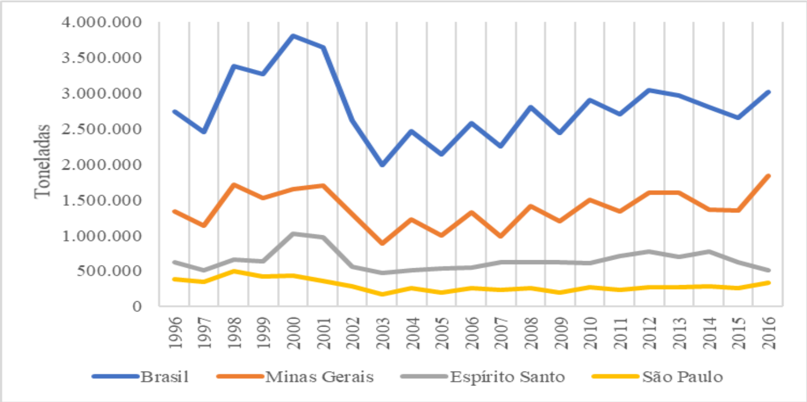


Figura 1 - Evolução da produção de café verde de 1996 a 2016 em toneladas (mil kg).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

Assim, é possível perceber a influência mineira na produção total brasileira, posto a semelhança das curvas ao longo do período e, principalmente, no período de queda da produção mineira com constante produção paulista e capixaba retratado de 2012 a 2015. Entretanto, para o período de inversão ocorrido no ano de 2014, conforme cita a CONAB (2014), a queda de produção nacional não foi tão acentuada devido a produção constante nos outros estados produtores.

No período de 2001 a 2003, houve quebra da produção por fatores climáticos atrelados com o baixo preço pago ao produtor pela saca de 60kg na bolsa de valores de Nova York com diferencial de US$ 14,89 em média no ano de 2001, embora o valor tenha aumentado para cerca de US$ 22,00 no ano de 2002, com a valorização do Real frente à moeda americana. No ano de 2003, o diferencial pago aos produtores voltou a ser de US$ 16,52 por saca de 60kg (IEA, 2003).

Com relação a evolução da área plantada e a produtividade média das propriedades rurais, nota-se que a área cultivada não sofreu grandes alterações, no geral, embora no estado do Espírito Santo tenha sofrido redução de 14% entre os anos de 2008 e 2016 devido à expansão da cultura de pimenta do reino no estado, conforme as Figuras 2 e 3 (INCAPER, 2016).

No que tange a produtividade, dado que a área cultivada foi mantida constante pelos três estados produtores neste período o que realmente influenciou na queda da produtividade foi à quebra da produção por fatores climáticos, como supracitado. Pelos dados da Figura 4, a taxa de crescimento da produtividade para o Brasil, Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo foram, respectivamente, no período de 1996 a 2016, 0,012% a.a; -0,12% a.a; 0,75% a.a; e -0,83% a.a. Ainda, pode-se notar o comportamento de três

períodos pela Figura 3: 1) de 1996 a 2000, apesar das oscilações, há um comportamento ascendente de produtividade; 2) de 2000 a 2003, observa-se queda de produtividade para o Brasil e para os três maiores estados produtores de café; e de 2003 a 2015, apesar das oscilações, há um comportamento ascendente de produtividade neste intervalo de tempo.

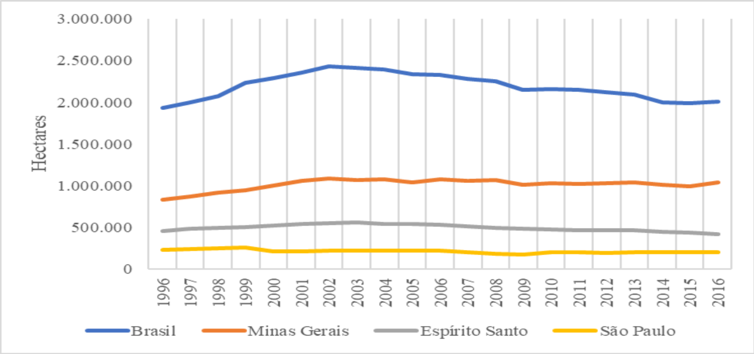
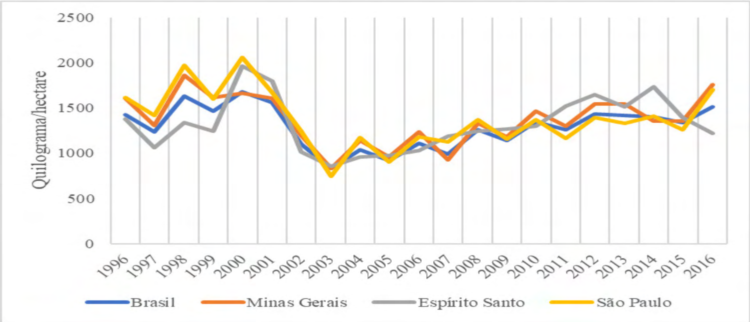


Figura 2– Evolução da área destinada à produção de café verde em hectare no período de 1996 a 2016, no Brasil e nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

Outro ponto a ser destacado é que embora a produção do estado de Minas Gerais seja comparativamente maior que a dos estados de São Paulo e Espírito Santo, a produtividade entre os três mantém-se muito próxima, evidenciando o alto uso de tecnologia pelos outros estados que possuem menor área destinada e talvez um potencial a ser melhorado pelo estado mineiro, posto que poderia aumentar sua produtividade dado o tamanho de sua área plantada, cerca de 1 milhão de hectares no ano de 2016.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

Figura 3– Evolução da produtividade de café verde em quilograma por hectare no período de 1996 a 2016, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo.

Entender a evolução da produção cafeeira é de suma importância para verificar o

papel da atividade cafeeira no fornecimento de matéria prima e alimentos para a população. Parte-se então para duas análises importantes, o destino deste café para as indústrias de torrefação e moagem e para o consumo.

Cerca de 66,73% da produção brasileira, no ano de 2016, foi destinado ao mercado externo. O consumo nacional é proveniente do beneficiamento realizado pelo restante da parcela que se destina aos locais de comercialização em varejo, sendo consumido como torrado, representado por 18% do volume do mercado de café, ademais, o café ocupa o segundo lugar dentre as mais consumidas nos lares nacionais atrás apenas da água (EMBRAPA, 2015). Assim, o brasileiro chegou a consumir, no ano de 2016, em média 5,03 kg/habitante de café torrado, sendo este o valor máximo dentre os anos da pesquisa, conforme ilustra a Figura 4.

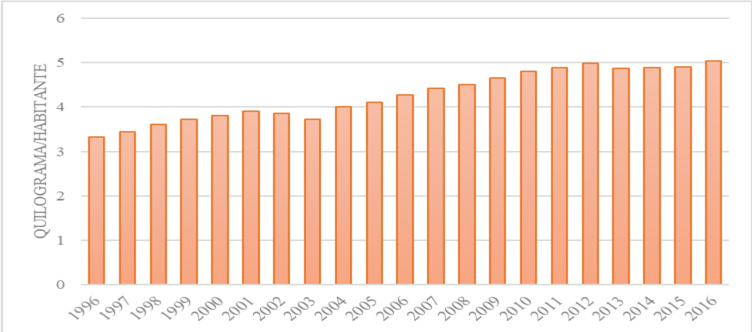


Figura 4– Evolução do consumo per capita em kg/habitante de café torrado entre 1996 a 2016.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ABIC (2018).

3.2 Análise do mercado internacional de café brasileiro

No ano de 2016, o café representou 9,8% das exportações brasileiras do agronegócio com cerca de 1,8 bilhões de quilogramas de café total em grãos (MDIC, 2019), obtendo a posição de quinto produto mais exportado pelo país neste ano e o produto mais exportado pelo estado de Minas Gerais (MAPA, 2018).

As exportações em quilogramas de café verde, ou seja, não torrado, não descafeinado e em grãos, tiveram constante aumento durante o período estudado, com maior quantidade registrada no ano de 2015, com cerca de 2 bilhões de kg exportados. Por outro lado, a Figura 5 representa a oscilação das exportações com valores em dólares FOB[2] ocasionadas pela flutuação da taxa de câmbio. Entre 1996 e 2015, a taxa de crescimento do valor das exportações de café verde foi de 7,78% a.a.

2 A expressão FOB vem do inglês Free on Board, a qual indica que o exportador é responsável pela mercadoria até ela estar dentro do navio, para transporte, no porto indicado pelo comprador (IPEA, 2006).

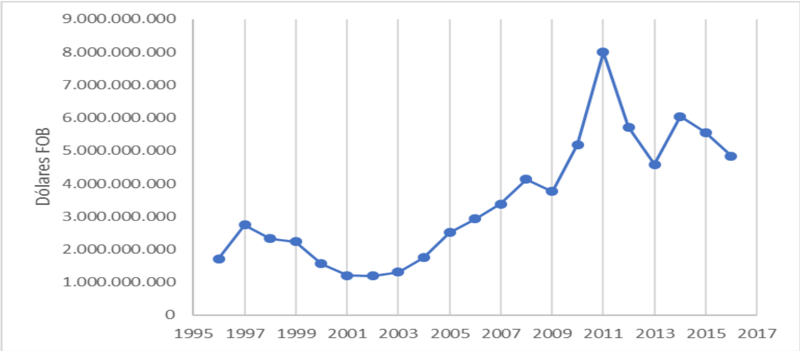


Figura 5 - Evolução do valor das exportações de café verde no período de 1996 a 2016 em dólares FOB.

Fonte: elaboração própria com base nos dados da FAO (2019).

De acordo com os dados fornecidos pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2018), em 2016, o café brasileiro foi exportado para 130 países, dentre eles os principais importadores deste produto foram Alemanha, Estados Unidos e Itália, os quais obtiveram juntos quase 50% da compra do café total em grãos exportado pelo país neste ano.

Os principais países mencionados detêm o posto dos quatro maiores importadores do café brasileiro durante o período de 1997 a 2016, com alternância de principal comprador entre os Estados Unidos da América e a Alemanha. Ademais, no ano de 2011, o qual registrou o maior faturamento nacional com esta exportação, EUA e Alemanha colaboraram, juntos, com cerca de US$ 3,5 bilhões dos US$ 8 bilhões recebidos.

De acordo com o relatório da CECAFÉ (Conselho dos Exportadores de Café, 2016), a Europa é a principal importadora com participação de 54% no volume exportado pelo Brasil, seguida da América do Norte (22%) e Ásia (17%). Embora segundo Simões et. al. (2015), a União Europeia tenha reduzido seu consumo e importação devido ao aumento da concorrência com outras bebidas e a diminuição do poder aquisitivo dos europeus, ocasionada pela crise econômica do bloco, sua posição de destaque é explicada pelo elevado consumo nos países europeus.

No que tange as importações nacionais de café, o Brasil teve autossuficiência em café verde, com baixíssimas ou inexistentes importações no período (MDIC, 2019). Contudo, por sua tradição de exportador de commodities *in natura*, as importações de café torrado superam as exportações neste período como mostra a Figura 6. Ao realizar o cálculo da taxa geométrica de crescimento, ao longo do período considerado, verificou-se que as importações de café torrado cresceram 31,4% a.a e as exportações de café torrado cresceram 11,11% a.a.

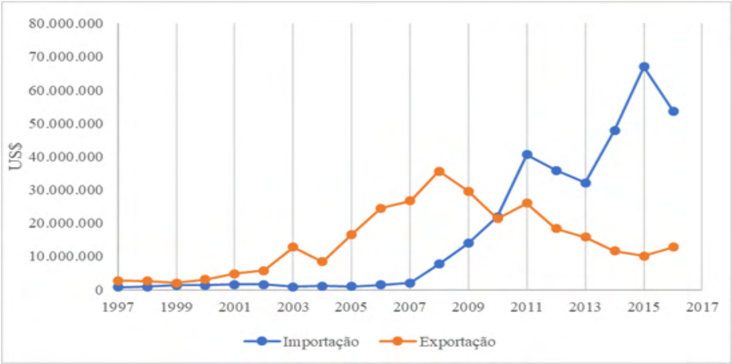


Figura 6– Evolução das importações e exportações de café torrado entre 1996 a 2016, em dólares FOB.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da FAO (2019).

Vale ressaltar a situação de exportação dos principais estados produtores durante o mesmo período. Embora os valores obtidos para as exportações de café total do estado mineiro tenham aumentado consideravelmente, São Paulo teve aumento de somente 7% na arrecadação com as exportações de café, enquanto em volume exportado teve aumento de 15%. Para o estado do Espírito Santo, as exportações em dólares sofreram decréscimo de 12%, acompanhando a redução de 8% do volume de exportação no período, conforme a Figura 7.

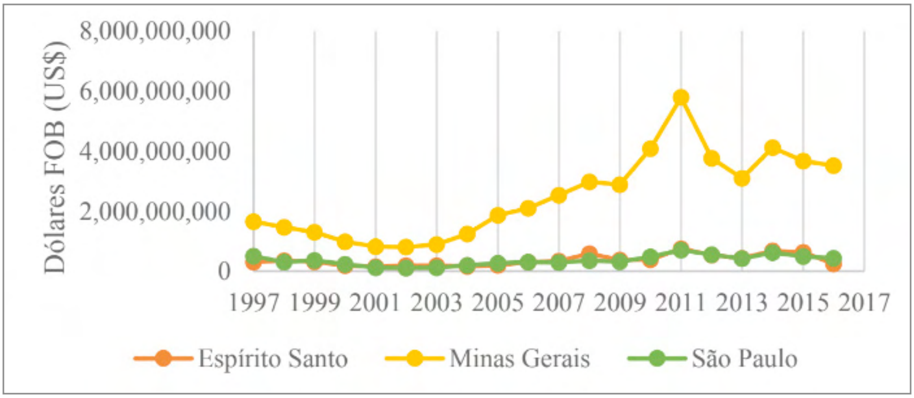


Figura 7– Evolução do volume arrecadado em dólares pelos três principais estados produtores no período de 1997 a 2016.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados MAPA (2019).

3.3 Avaliação da oferta de empregos no complexo agroindustrial do café

Desde sua implantação no país, o café sempre foi um importante gerador de mão de obra. Theodoro (2005) e Lamounier (2007), afirmam que na segunda metade do século XIX, a mão de obra imigrante que substituiu a mão de obra escrava, encontrou um abrigo

nas novas regiões produtoras de café, sobretudo do Oeste Paulista.

No período de 1992 a 2006, segundo Balsadi (2008), houve reduções das ocupações nos setores agrícolas brasileiros, isso porque a demanda de mão de obra nestes setores é influenciada pela área total cultivada e do nível tecnológico das etapas de produção. Assim, no período estudado em seu trabalho, a região Sudeste foi a que mais contribuiu para a redução das ocupações, registrando 1,2 milhão a menos de pessoas, dada pelos crescentes aumentos na mecanização das colheitas de café e cana de açúcar, especialmente em Minas Gerais e São Paulo. Contudo, por danificar o cafezal, 70% da colheita do café ainda é realizada manualmente, o que ocasiona na geração de cerca de 2 milhões de empregos temporários durante este período (GLOBO RURAL, 2019).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017) estima que, em 2016, a cadeia produtiva do café empregou, direta ou indiretamente, cerca de 8 milhões pessoas, enquanto o agronegócio como um todo empregou cerca de 16 milhões no ano de 2017.

Em 2006, os principais setores identificados pela CNAE 2.0 abrangentes do CAI cafeeiro, como cultivo, beneficiamento, torrefação e moagem, fabricação de produtos à base de café e comércio atacadista de grãos, de torrados e de moídos, totalizaram 126.376 pessoas empregadas formalmente, sendo que 79% destas estavam localizadas nos cultivos de café, conforme a Figura 9. Em 2016, o cenário de empregabilidade se manteve quase igual, com 74% dos 115.587 empregados nas lavouras e somente 14,38% estavam nas etapas de beneficiamento e de torrefação e moagem, embora tenha reduzido em 9% o número de empregos totais do Complexo em comparação a 2006 conforme a Figura 9. Pelos dados da Figura 8 também foi possível verificar que o total de empregos dentro do complexo agroindustrial cafeeiro, entre os anos de 2006 e 2016, pelos dados da RAIS, diminuiu -0,83% a.a.

A queda da empregabilidade durante o ano de 2009 está em conformidade com dados disponíveis no Boletim do Mercado de Trabalho (IPEA, 2009), o qual registrou queda tanto nos setores agrícolas brasileiros, como um todo, quanto no setor industrial. Além disso, o mesmo boletim trata que do período de 2001 a 2008, todos os setores registraram aumento do número de pessoas empregadas, com exceção ao setor agrícola.

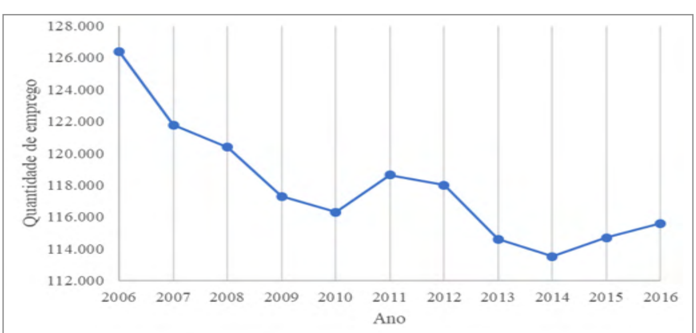


Figura 8– Evolução do total de empregos do CAI cafeeiro de 2006 a 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

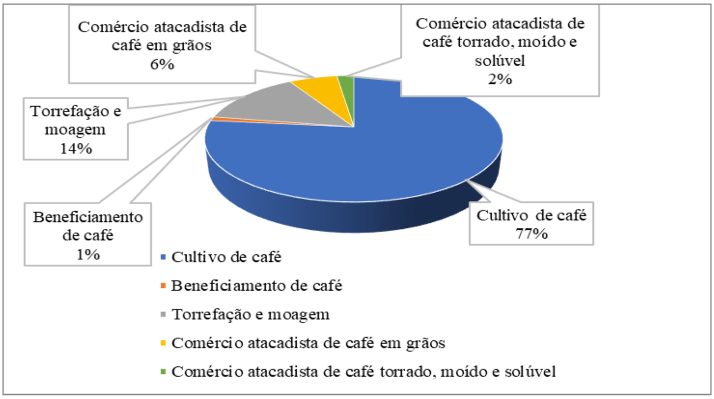


Figura 9– Participação dos setores CNAE 2.0 no total de trabalhadores em 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Para os anos de 2015 e 2016, o número de trabalhadores empregados no setor agropecuário, segundo o boletim da IPEA (2016), registrou aumento, em conformidade com os dados apresentados neste trabalho.

De acordo com Silva Filho (2011) apud. Silva Filho e Balsadi (2015), o café para região Sudeste representa uma atividade propulsora na geração de emprego formal agropecuário, mesmo com redução ao longo dos últimos anos e, além disso, Silva Filho e Balsadi (2015) afirmam que os determinantes econômicos, climáticos e operacionais são capazes de explicar a maior ocupação em algumas regiões do país, como o fato da produção de café no Sudeste brasileiro.

Em relação a concentração de trabalhadores nos estados do Sudeste, destaca-se a participação nas etapas de cultivo, beneficiamento e comercialização do estado de Minas Gerais durante todo o período de 2006 a 2016. Entretanto, para o segmento de comércio de café torrado, moído e solúvel identificado pela CNAE 2.0, a captação de empregos é concentrada no estado de São Paulo. A participação mineira representada por cerca de 65% dos trabalhadores formais, em 2016, está mostrada na Figura 10, a qual mostra a quantidade de emprego formal no cultivo de café no período de 2006 a 2016.

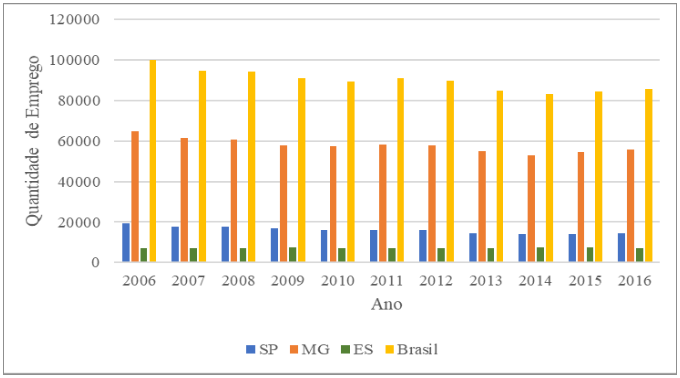


Figura 10- Quantidade de emprego no cultivo de café no período de 2006 a 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Em 2016, São Paulo foi o maior empregador da subclasse de torrefação e moagem, sendo responsável por 21% dos empregos do setor. Assim, a escolaridade destes trabalhadores, considerando o nível ensino médio incompleto a doutorado, aumentou de 72% para 86%, sendo que foi relatado o aumento de pessoas com nível de mestrado, doutorado e ensino superior completo em 2016, em conformidade com o total de empregados com estes níveis de escolaridade, mostrado pela Figura 11.

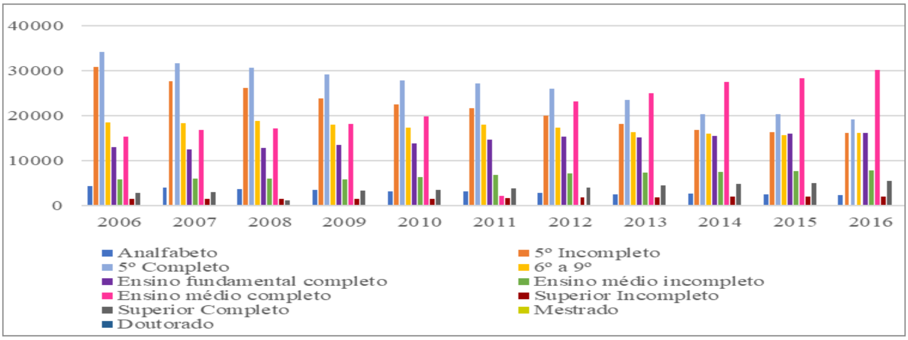


Figura 11 – Quantidade de trabalhadores formais, na agroindústria do café, por grau de escolaridade no período de 2006 a 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Ainda avaliando a escolaridade, Minas Gerais foi responsável por 52% da concentração dos analfabetos empregados em cultivo de café, de modo que do total de 2.366 trabalhadores analfabetos empregados nos setores avaliados, 2.300 deles estavam localizados no cultivo de café. O cenário teve pouca variação desde o ano de 2006, ano no qual Minas Gerais concentrou 59% de todos os trabalhadores deste nível de escolaridade, no segmento de cultivo de café, conforme a Figura 12. Ademais, o Boletim do Mercado de Trabalho do IPEA (2009) retratou aumento desde 2001 da procura de mão de obra

qualificada, além da perda de espaço dos trabalhadores com menos escolaridade.

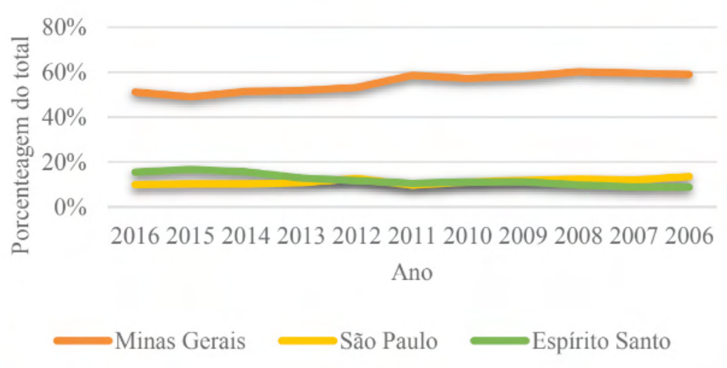


Figura 12– Concentração de trabalhadores analfabetos por estado entre 2006 e 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Em relação aos salários dos trabalhos, nota-se que, no ano de 2016, houve uma concentração de trabalhadores na faixa salarial de 1,01 a 1,5 salários-mínimos (SM), conforme a Figura 13. Destes 52.190 trabalhadores que recebiam até 1,5 salários-mínimos, 11% estavam empregados em torrefação e moagem e, 81,32% em cultivos de café.

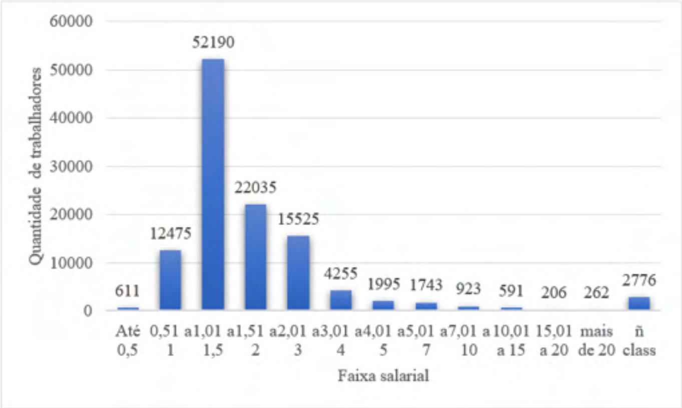


Figura 13– Disposição de trabalhadores empregados na agroindústria do café com relação a faixa salarial, em 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Entretanto, dos 262 trabalhadores com salário médio de mais de 20 SM, 87 deles (33,17%) estavam empregados no comércio atacadista de café em grãos e 82 (31%) no setor de torrefação e moagem. Concomitantemente, deste total, 126 pessoas estavam empregadas no estado de São Paulo, correspondendo a 48,09% dessa faixa salarial, conforme a Figura 14.

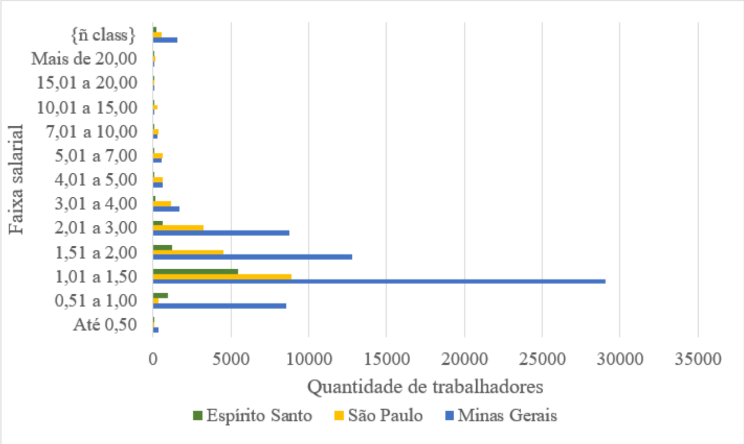


Figura 14 – Quantidade de trabalhadores por faixa salarial e estado no ano de 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada na RAIS (2019).

Dentre a comparação entre os estados, Espírito Santo e São Paulo embora tenham uma quantidade menor de trabalhadores, com relação a Minas Gerais, são estados onde os trabalhadores recebem mais, posto a quantidade de trabalhadores dos dois estados em níveis salariais mais altos, conforme a Figura 15.

Um ponto positivo a se destacar é o aumento salarial de 2006 a 2016, uma vez que os dados da RAIS (2019) mostram redução da quantidade de trabalhadores nas faixas de até 0,5 SM e de 1,01 a 1,5 SM, e crescimento da quantidade de trabalhadores nas faixas de 1,5 até 7 SM. Este aumento também ocorreu na quantidade de trabalhadores do cultivo de café e das indústrias de beneficiamento com estes salários.

No que tange a remuneração média dos trabalhadores, pode-se notar que para o setor com maior concentração de pessoas, a etapa de cultivo de café, o salário médio foi de R$ 1.315,33, no ano de 2016, em valores nominais, o que representou aumento de 177% em relação ao ano de 2006, o qual registrou salários médios de R$ 474,30 para trabalhadores do mesmo setor. Além disso, conforme a Figura 16, o setor de fabricação de produtos à base de café foi o que registrou a maior média salarial, com valores próximos a R$ 3.500,00 no ano de 2016, um aumento de quase 90% em relação a 2006.

Ademais, a Figura 15 ainda representa a evolução positiva das médias salariais para as outras subclasses da CNAE 2.0 abrangentes do complexo agroindustrial do café, de modo que para o segmento de beneficiamento houve crescimento de 199% de 2006 a 2016 e, para as indústrias de torrefação e moagem, esse aumento foi de 141%, no mesmo período.

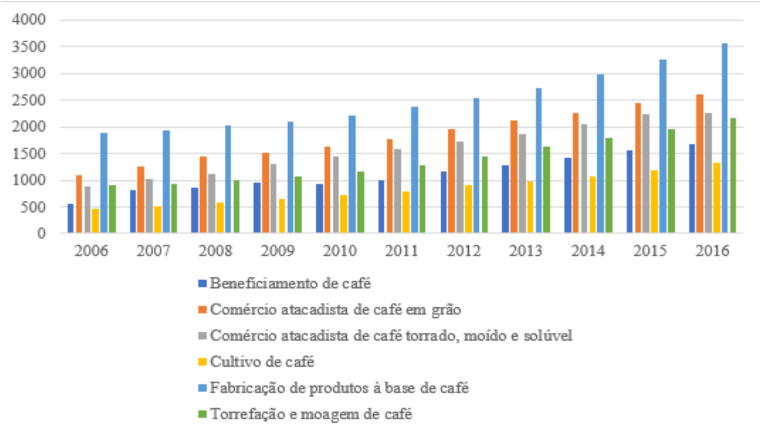


Figura 15 - Remuneração média (R$) dos trabalhadores do CAI cafeeiro por subclasse CNAE 2.0 no período de 2006 a 2016.

Fonte: Elaboração própria baseada em dados da RAIS (2019).

3.4 Avaliação do potencial de consumidor do cai cafeeiro para insumos industriais

Segundo Lucena (2000), a agricultura constitui mercado tanto para insumos industriais quanto para bens de capital e de consumo final. Assim, segundo a autora, ao final da colheita e quando os salários são pagos aos trabalhadores, a agropecuária contribui para expansão do mercado de consumo imediato e de consumo durável.

A interdependência da agricultura e indústria pela dinâmica de mercado, influenciam indiretamente o desenvolvimento industrial baseado na manutenção das ligações rurais com o comércio, indústrias e serviços, de modo que políticas para sustentação de preços agrícolas e renda de agricultores beneficiem essa situação (LUCENA, 2000).

No que tange o complexo agroindustrial do café, o consumo de produtos do setor não agrícola é escoado, principalmente, para indústrias de beneficiamento do café, assim, de acordo com a Pesquisa Industrial Anual (IBGE, 2019), as indústrias de torrefação e moagem apresentaram aumento de 146% no consumo de matérias primas, materiais auxiliares e componentes de 2007 a 2016, enquanto para o consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas aumentou 12% durante o mesmo período, de acordo com a Figura 16.

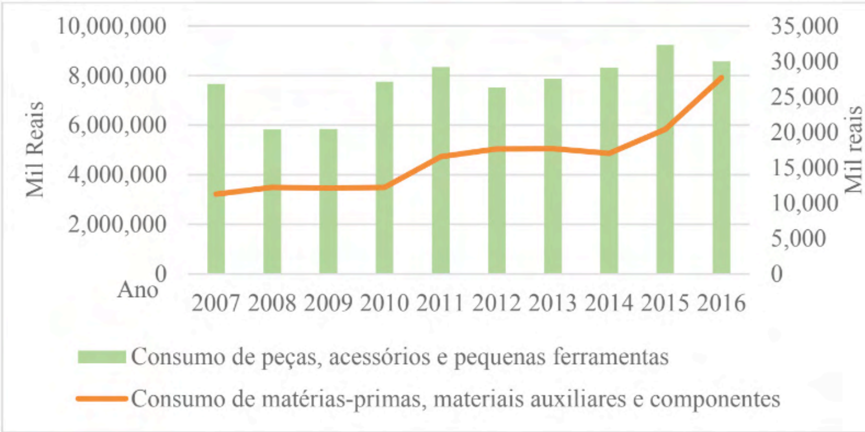


Figura 16 – Evolução dos gastos em indústrias de torrefação e moagem.

Fonte: Elaboração própria baseada em dados da PIA-EMPRESA (2019).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, posto o objetivo geral deste trabalho: verificação do complexo agroindustrial cafeeiro no desenvolvimento econômico por meio das análises das funções da agricultura no desenvolvimento econômico, considera-se que o resultado é positivo.

Assim, conforme as análises individuais do CAI cafeeiro no desenvolvimento econômico, ele tem grande importância no fornecimento de divisas, de alimentos e na geração de empregos e, embora não existam abundância em dados quantitativos de formação de mercado consumidor para insumos industriais, é observado que as indústrias de torrefação e moagem desempenham esse papel.

A necessidade de estudos de complexos e cadeias produtivas e suas influências no desenvolvimento do país é dada pela conexão dos setores rurais, comerciais e industriais da economia, os quais podem refletir na formação de políticas públicas de manutenção de empregos no campo e de garantia dos preços agrícolas, os quais estão conectados com a inserção de dinheiro e fluxo de capital na economia e, na manutenção e melhoria da competitividade do setor no comércio internacional.

Recomenda-se, portanto, para trabalhos futuros, estudos sobre a competitividade do comércio internacional de café verde, além de alternativas para aumentar a competitividade interna e externa das agroindústrias de café torrado e moído. Além disso, as agroindústrias cafeeiras apresentam um grande potencial para empreendedores, a fim de satisfazer necessidades de nichos de mercados especiais ou a fim de reduzir as quantidades importadas de cafés torrados e moídos.

REFERÊNCIAS

Acompanhamento da safra brasileira de café. Brasília: Conab, v. 4, n. 4, dez. 2017.

Associação Brasileira das Indústrias de Café - ABIC. **TENDÊNCIAS DO MERCADO DE CAFÉ.** Ni: Euromonitor International, 2015. Color. Disponível em: <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/Tendencia_do_Mercado_de_Cafe_-_2015_1.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2018.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 248 p.

BALSADI, O. V. Estrutura, evolução e tendência do mercado de trabalho: evolução das ocupações e do emprego na agricultura brasileira no período 1992-2006. **Série Desenvolvimento Rural sustentável:** Emprego e Trabalho na Agricultura Brasileira, Brasília, v. 9, p.92-132, nov. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/17618/3/SerieDRSvol9EmpregoeTrabalhonaAgriculturaBrasileira.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Desenvolvimento e Crescimento Econômico**. 2008b. EESP/FGV. Disponível em: <www.bresserpereira.org.br>. Acesso em: 02 abr. 2018.

CECAFÉ. **A importância do pequeno produtor para o setor cafeeiro.** 2016. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/sustentabilidade/artigos/a-importancia-do-pequeno-produtor-para-o-setor-cafeeiro-20161109/>. Acesso em: 06 dez. 2018.

EMBRAPA. **Café é a segunda bebida mais consumida no Brasil.** 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2574254/cafe-e-a-segunda-bebida-mais-consumida-no-brasil>. Acesso em: 12 fev. 2019

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Base de dados estatísticos – Faostat Agriculture.** 2019. Disponível em: < http://www.fao.org/faostat/en/#compare>. Acesso em: 16 mar. 2019

FEIJÓ, R. L. C. Economia agrícola e desenvolvimento rural. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

FERREIRA, A. B. H. et. al. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GLOBO RURAL. Trabalhadores rurais da Bahia migram para a colheita do café de Minas Gerais. **Disponível em <**https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2019/08/18/trabalhadores-rurais-da-bahia-migram-para-a-colheita-do-cafe-de-minas-gerais.ghtml**>. Acesso em 24 de ago. 2019**

IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 22 de out. 2018

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1855>. Acesso em 23 ago. 2019.

INCAPER. **Cultura da pimenta-do-reino é tema de palestra.** 2016. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/cultura-da-pimenta-do-reino-e-tema-de-palestra>. Acesso em: 06 dez. 2018.

JOHNSTON, B. F.; MELLOR; J. W. The role of agriculture in economic develpment, **The American Economic Review**, Winsconsin, v. 51, nº 4, 1961.

LAMOUNIER, M. L. Agricultura e Mercado de Trabalho: Trabalhadores Brasileiros Livres nas Fazendas de Café e na Construção de Ferrovias em São Paulo, 1850-1890. **Estudos Econômicos,** São Paulo, v. 37, n. 2, p.353-372, abr-jun. 2007.

LUCENA, R. B. de. **O papel da agricultura no desenvolvimento econômico brasileiro, 1980/1998.** 2000. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MERCADO DE TRABALHO: conjuntura e análise. Brasília: IPEA, v. 41, nov. 2009. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/mercadodetrabalho/BMT_completo.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MERCADO DE TRABALHO: conjuntura e análise. Brasília: IPEA, v. 60, abr. 2016. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/mercadodetrabalho/BMT_completo.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Indicadores AGROSTAT.** 2018. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>. Acesso em: 24 out. 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil.** 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 17 fev. 2018.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). **COMEXSTAT.** 2018. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 24 out. 2018.

MOTA, J. H. et al. Análise da evolução da produção e relação risco-retorno da cultura do alho, no Brasil e regiões (1991 a 2000). **Horticultura Brasileira, Brasília,** v. 23, n. 2, p.238-241, abr-jun. 2005.

MÜLLER, G. **Complexo Agroindustrial e Modernização Agrária**. São Paulo: Hucitec, 1989. 148 p.

SCHUMPETER, J. A. (1911). **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 237 p.

SILVA FILHO, L. A. da; BALSADI, O. V. Localização do emprego formal agropecuário nas atividades de cultivo e criação no Brasil. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION: "WORLD RENAISSANCE: CHANGING ROLES FOR PEOPLE AND PLACES, 55., 2015, Lisboa. **Conference Paper:** EconStor, 2015. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/124572?locale=en>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SIMÕES, D. et. al. Análises do comércio mundial de café. In: A NOGUEIRA, J G; NEVES, M Fava (Org.). **Estratégias para a cafeicultura brasileira.** São Paulo: Atlas, 2015. p. 113-132.

SUPLICY, E. M. Brasil se consolida na tradição de grande produtor mundial de café. **Visão Agrícola,** Piracicaba, v. 12, n. 3, p.124-126, jan-jul 2013.

THEODORO, M. As características do mercado de trabalho e origens do informal no Brasil. In: JACCOUD, L. et al. **Questão social e políticas sociais no Brasil contemporâneo**. Brasília: IPEA, 2005.

CAPÍTULO 20

POTENCIAL TERAPÊUTICO DO OZÔNIO NA MEDICINA VETERINÁRIA INTEGRATIVA

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 13/10/2021

Valfredo Schlemper
Universidade Federal da Fronteira Sul
Realeza – PR
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2447428113787389

Susana Regina de Mello Schlemper
Universidade Federal da Fronteira Sul
Realeza – PR
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6515586356402204

Ricardo César Berger
Universidade Federal da Fronteira Sul
Realeza – PR
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0547768455849181

RESUMO: O ozônio é uma molécula natural formada pela união de três átomos de oxigênio através de ligações covalentes, que lhe proporcionam características peculiares, possibilitando seu uso em terapêutica, a chamada ozonioterapia. Inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas para compreender suas ações sobre organismos animais, e suas aplicações na medicina veterinária integrativa. A fim de possibilitar maior compreensão sobre a temática, por meio de uma revisão narrativa da literatura pertinente, foram coligidos os principais dados relativos ao uso do ozônio no tratamento de uma diversidade de afecções em animais, abordando as ações farmacológicas evidenciadas até o momento, como antimicrobiana, antioxidante, cicatrizante, imunomoduladora, dentre outras. Os estudos analisados revelam as potencialidades do ozônio como agente terapêutico em medicina veterinária, embora sejam necessárias mais pesquisas para elucidar o(s) mecanismo(s) de ação envolvido(s) nos efeitos sobre os organismos vivos.

PALAVRAS-CHAVE: Clínica médica. Ozônio medicinal. Saúde única. Terapia complementar.

THE THERAPEUTIC POTENTIAL OF OZONE IN INTEGRATIVE VETERINARY MEDICINE

ABSTRACT: Ozone is a natural molecule originated by the merging of three atoms of oxygen due to covalent bonds that provide it peculiar characteristics and which grant it therapeutic usage, the so-called Ozone Therapy. Countless researches have been developed in order to comprehend its actions over animal organisms and how the molecule can be applied in Integrative Veterinary Medicine. In order to provide a wider comprehension round this thematic, through a narrative review of the relevant literature the main data was compiled, related to the use of ozone treatment in a wide variety of animal affections, addressing the areas in the pharmacological actions that were highlighted until then; such as antimicrobial, antioxidant, wound healing, immunomodulatory, among others. The analysed researches showed the potentialities of the ozone as a therapeutic agent in veterinary medicine, although more research would be necessary in order to clarify the mechanisms of action related to the effects on living organisms.

KEYWORDS: Medical clinic. Medical Ozone. One health. Complementary therapy.

INTRODUÇÃO

O ozônio apresenta-se como um gás incolor de odor pungente (MANSTEN; DAVIES, 1994), podendo ser percebido no ar durante descargas elétricas na atmosfera decorrentes de temporais. A palavra ozônio é derivada do vocábulo grego “ozein”, que significa cheiro, por conta de seu acentuado odor (RUBIN, 2001).

A forma triatômica do oxigênio tem ligações covalentes, que em fase aquosa, se decompõem rapidamente a oxigênio e espécies radicalares, propiciando ao gás uma alta reatividade (BOCCI, 2011). Por ser um oxidante muito poderoso (E^0 = 2,08 V) quando comparado a outros agentes oxidantes, como por exemplo, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (E^0 = 1,78 V), pode reagir com uma numerosa classe de compostos (KUNZ et al., 1999).

É essencial para a vida na Terra, devido à sua capacidade de absorver comprimentos de onda da radiação ultravioleta prejudicial, proveniente de espectros de luz solar através da camada deste componente existente na estratosfera chamada camada de ozônio (DI PAOLO; BOCCI; GAGGIOTTI, 2004).

A ozonioterapia se trata da utilização do ozônio medicinal, composto por uma mistura de no mínimo 95% de oxigênio e no máximo 5% de ozônio (BOCCI, 2006), obtido como resultado da passagem do oxigênio puro sob diferença de alta tensão em geradores especiais (YIĞITARSLAN et al., 2018). Tem sido classificada como uma abordagem de medicina integrativa e o seu efeito terapêutico é consequência do aumento da concentração de oxigênio no organismo após a aplicação do ozônio em várias formas de preparação e por diferentes vias. (RAKNESS et al., 1993).

Com o objetivo de compilar referencial teórico que fundamente o uso do ozônio em procedimentos na medicina veterinária, realizou-se uma revisão de literatura com o intuito de reunir e organizar de uma forma simplificada e acessível, conteúdo com base em evidências científicas. Para tanto, buscou-se em periódicos indexados, tendo como ferramenta de pesquisa o Google Scholar e também o PubMed como motor de busca à base de dados MEDLINE da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América, e nas bases de dados Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e Scientific Electronic Library Online (SciELO), selecionando publicações em qualquer idioma, tendo como critério de inclusão o uso do ozônio em animais.

Christian Friedrich Schönbein, professor na Universidade de Basileia, Suíça, se dedicou ao estudo da química do ozônio e em 1868 foi o primeiro a reconhecer o ozônio como uma substância química, o nomeou com a palavra grega “οζειν” (ozein), que significa odor (RUBIN, 2001). O próprio Schönbein em 1851 foi o primeiro a relatar seus efeitos, após testes com camundongos e coelhos, que entraram em óbito após inalação de altas concentrações de ozônio. O primeiro gerador de ozônio com um tubo de super indução através de descarga elétrica agindo sobre o oxigênio que resultou na formação do gás, foi

desenvolvido em 1857, pelo físico Werner Von Siemens. A primeira patente de um gerador de ozônio com fins medicinais foi requerida por Nikola Tesla em 1896, nos Estados Unidos (BOCCI, 2011).

OZONIOTERAPIA EM MEDICINA VETERINÁRIA INTEGRATIVA

Existem inúmeros estudos utilizando o ozônio em humanos e em testes em animais de laboratório, contudo, em medicina veterinária, apesar de poderem ser rastreadas há várias décadas (ALTMAN, 2007), as pesquisas ainda são insuficientes e estão restritas apenas a determinadas áreas específicas.

O uso terapêutico do ozônio e de seus derivados para animais ainda se encontra em um estágio emergente. A instabilidade química do ozônio gasoso torna necessária sua preparação extemporânea, as diferentes formas de administração, a deficiência de avaliação consistente dos desfechos dos casos relatados, bem como a falta de padronização dos procedimentos operacionais do tratamento, constituem os principais entraves para a sua utilização rotineira (ORLANDIN et al., 2021).

Os principais objetivos do uso do gás ozônio na medicina veterinária integrativa são esterilizar o ambiente e mantê-lo livre de microrganismos por sua ação bactericida e bacteriostática, além de desodorizar o ar contaminado, devido à existência de emanações dos dejetos. Uma vez eliminados os elementos poluentes, em princípio, uma sobrecarga de ozônio permanece no ar, impedindo qualquer contaminação subsequente (VIDAL DE MAIO; URRUCHI; RODRIGUEZ, 2009).

Os sistemas de produção industrial concentram grandes quantidades de animais em locais relativamente pequenos, onde detritos e reações químicas envolvendo gases amoniacais, sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, dentre outras, tornam o ambiente viciado e inadequado para os próprios animais. O ozônio, ao destruir todas essas substâncias orgânicas por oxidação, elimina os odores produzidos, proporcionando uma ambiência adequada aos animais, e conseqüentemente maior produtividade (FRISÓN et al., 2013).

Além de melhorar a qualidade da água e do ar, estudos relatam a utilização do ozônio no tratamento de mastite, metrite, endometrite, retenção de membrana fetal, vaginite, urovagina, enterite, laminite, distúrbios neuromusculares e no tratamento de ferimentos localizados variados (ALVES et al., 2004; ĐURIČIĆ; VALPOTIC; SAMARDZIJA, 2015; ZOBEL et al., 2012).

Para Arévalo et al. (2021), o ozônio, devido às suas propriedades oxidantes e de regeneração de oxigênio, é um elemento adequado para a criação de qualquer espécie animal, devido à sua ação viridicida, bactericida, fungicida e desodorizante em geral, propiciando maior oxigenação dos ambientes reprodutivos e melhor equilíbrio nos animais, tanto pelo efeito iônico quanto pelo efeito bacteriostático e bacteriológico. Portanto, a

ozonização do ar encontra aplicação para seus benefícios na produção animal e, em geral, em qualquer criação intensiva e estável (RICAURTE, 2006).

APLICAÇÕES DE OZÔNIO EM ANIMAIS DE PRODUÇÃO

O uso do ozônio como agente preventivo e terapêutico no tratamento das doenças puerperais de ruminantes e para a melhoria da eficiência reprodutiva foi descrito por vários autores (ĐURIČIĆ et al., 2012a, 2012b; ĐURIČIĆ; VALPOTIC; SAMARDZIJA, 2015; ĐURIČIĆ et al., 2014; ZOBEL et al., 2014).

Ducusin et al. (2003) para testar a atividade fagocítica de leucócitos polimorfonucleares de bovinos *in vitro*, administraram o gás de ozônio no leite e no sangue de vacas, divididas em três grupos, vacas saudáveis, vacas com mastite aguda e vacas com febre do leite. Nos animais saudáveis não houve diferença significativa na viabilidade dos leucócitos, contudo a atividade fagocítica aumentou tanto no leite como no sangue proveniente de animais com mastite e com febre do leite, demonstrando que *in vitro* o ozônio pode ter diferentes efeitos sobre a fagocitose de polimorfonucleares de bovinos, de acordo com a condição de saúde do animal.

Shinozuka et al. (2008) investigaram alternativas com menos efeitos indesejáveis quando comparados a antibióticos, para o tratamento de mastites por coliformes em bovinos, quanto à liberação de endotoxinas, pois quase sempre as infecções resultam em choque endotóxico. Através de testes *in vitro*, as endotoxinas liberadas por *E. coli* foram expostas a antibióticos, como aminobenzilpenicilina, canamicina, oxitetraciclina, sulfadimetoxina e enrofloxacina, e ao ozônio. Ocorreu menor liberação de endotoxinas no tratamento com ozônio em relação aos antibióticos. No entanto, o ozônio não teve ação sobre as endotoxinas purificadas. Os autores sugeriram o uso do gás ozônio como uma possível primeira linha de tratamento de mastite por coliformes, podendo acarretar em um menor número de mortes por choque endotóxico.

Na utilização isolada da ozonioterapia em casos de mastite em vacas, 60% dos casos tiveram resolução do quadro clínico, com melhora das análises do leite, podendo vir a ser uma possibilidade viável e de baixo custo para o tratamento de mastite bovina (OGATA; NAGAHATA, 2000).

Na ozonioterapia aplicada em vacas com urovagina, a utilização de solução salina ozonizada resultou em menor descarte no grupo de animais tratados, assim como menor número de inseminações artificiais necessárias. Os efeitos foram atribuídos à possibilidade de melhora do ambiente uterino para a fecundação, comparado com o uso de antibiótico, uma vez que o ozônio pode apresentar efeito antiinflamatório e bactericida (ZOBEL et al., 2012).

Para o tratamento de retenção de placenta em vacas, quando analisados grupos separadamente foi observado que os grupos que receberam a ozonioterapia

tiveram melhores índices reprodutivos em relação a grupos que receberam antibióticos convencionais ou prostaglandinas pelas vias intrauterina e parenteral (ZOBEL; TKALČIĆ, 2013).

Lesões do trato reprodutivo, como lesões da vulva, vagina ou trato urogenital podem ser observadas após distocia. Essas lesões podem ser tratadas com *spray* de ozônio, disponível em alguns países, administrado com um cateter, que deve ser inserido na vagina para aplicar a preparação por 3 a 5 segundos. Esse tratamento produz uma espuma que preenche a vagina e o vestíbulo da vagina e estimula a cicatrização e a regeneração de lesões através da proliferação de tecido granular. O tratamento intravaginal com ozônio em *spray* também pode encurtar o tempo até a prenhez e melhorar a eficiência reprodutiva em vacas devido ao fato de que urovagina e pneumovagina podem ser uma razão para o prolongamento de tempo das fêmeas vazias, síndrome da raça repetida e infertilidade (ZOBEL et al., 2012).

O tratamento da urovaginite, endometrite e placenta retida com ozônio foi considerado eficaz. As vacas tratadas com ozônio mostraram taxas de concepção aumentadas, provavelmente devido ao seu efeito desinfetante juntamente com uma capacidade imunoduladora do ozônio no nível de contato com a mucosa vaginal e cervical (ZOBEL et al., 2012; ZOBEL et al., 2014) .

Como o período puerperal afeta consideravelmente a fertilidade das vacas, o tratamento com ozônio intra-uterino nos casos de metrite e endometrite atua de forma benéfica sobre a fertilidade geral encurtando os dias abertos até o primeiro atendimento e os dias abertos até a gestação em vacas holandesas (ĐURIČIĆ et al., 2014).

A terapia intra-uterina com ozônio pode diminuir a incidência de metrite e endometrite e, consequentemente, melhorar a eficiência reprodutiva, bem como reduzir os custos do tratamento (ĐURIČIĆ et al., 2012a), uma vez que agentes antibacterianos de amplo espectro direcionados para aplicação intra-uterina, em comparação com preparações de ozônio, perdem atividade em lóquios e na presença de pus e em condições anaeróbicas, resíduos no leite e na carne, contribuindo para o aumento da resistência bacteriana (ĐURIČIĆ et al., 2012b).

Maldonado et al. (2017) trataram 50 vacas com endometrite subclínica, utilizando 60 mL de água destilada ozonizada por via intra-uterina. Como melhores resultados, obtiveram redução na taxa de polimorfonucleares e melhor taxa de concepção nas vacas tratadas, quando comparadas ao grupo controle.

Em casos de membrana fetal retida em vacas, o uso de ozônio mostrou efeitos terapêuticos positivos. Devido à extração manual da membrana fetal retida não ser recomendada, a terapia com preparações antibióticas espumantes é usada com maior frequência. Devido aos efeitos colaterais dos antibióticos, prossegue a busca por uma alternativa segura e eficaz à antibioticoterapia para o tratamento das membranas fetais retidas em ruminantes. Com o uso do ozônio 12 a 24 h (ou mesmo 36 h) após o nascimento,

foram registrados índices reprodutivos comparáveis àqueles registrados em vacas que apresentam puerpério fisiológico (ĐURIČIĆ et al., 2012b).

Existem vários relatórios sobre os efeitos benéficos das preparações de ozônio no tratamento da inflamação das glândulas mamárias em vacas leiteiras e cabras através da aplicação da preparação no quarto mamário afetado (IOFFE; CHERNOVA, 2013). O efeito do ozônio, que não tem um meio transportador, alcança melhores resultados terapêuticos na mastite, dentro de 3 a 6 horas após a aplicação do que as preparações de fármacos comerciais que utilizam um meio diluente e de transporte, pois o ozônio, por ser um gás se espalha mais facilmente dentro da cisterna e alvéolos do úbere (OGATA; NAGAHATA, 2000; OHTSUKA et al., 2006).

A infusão de ozônio no quarto inflamado de vacas com mastite clínica através do canal do teto usando equipamentos geradores de ozônio foi realizada, e a eficácia da terapia com ozônio foi avaliada. 60% das vacas com mastite clínica aguda tratada com ozonioterapia não necessitaram de nenhum antibiótico para a recuperação. Este método de terapia de ozônio desenvolvido provou ser eficaz, seguro e econômico, não representando risco de resíduos de drogas no leite (OGATA; NAGAHATA, 2000).

As vantagens do uso do ozônio em relação ao uso de antibióticos no tratamento de diferentes condições patológicas são o uso sem prescrição médica, ausência ou inexpressivos efeitos colaterais e adversos, ausência de resíduos no leite, carne e outros tecidos, e consequentemente não há indução da resistência microbiana (ĐURIČIĆ et al., 2012a).

O leite de animais doentes tratados com antibióticos não deve ser consumido por pelo menos 3 a 5 dias após o tratamento, enquanto que no caso de animais afetados tratados com ozônio, o leite pode ser utilizado imediatamente para fins industriais ou nutricionais. Além disso, após a antibioticoterapia, há resíduos mantidos na carne (por 3 a 30 dias ou mais), enquanto que para a terapia com ozônio não há período de carência (ZOBEL et al., 2014).

Para além da reprodução, um estudo realizado com 60 vacas apresentando flegmão interdigital agudo, os pesquisadores relataram que o tratamento com ozônio medicinal propiciou melhores resultados do que o tratamento com ceftiofur e oxitetraciclina e que a terapia com ozônio poderia ser uma alternativa aos antibióticos (SCROLLAVEZZA et al., 2002).

No entanto, existem certas limitações no uso de ozônio em medicina veterinária ou na buiatria. Apesar da atividade de desinfecção extremamente forte, o ozônio não é capaz de inativar bactérias e vírus intracelulares, contudo pode estimular o sistema imunológico ativando neutrófilos e aumentando a liberação de citocinas (BOCCI; DI PAOLO, 2004).

Além das vacas, o ozônio foi usado pela primeira vez em cabras leiteiras com membranas fetais retidas e teve efeitos favoráveis. Cabras leiteiras sem retenção de membranas fetais e com retenção, foram tratadas com *spray* de espuma de ozônio ou

comprimidos de oxitetraciclina espumantes. As que tinham membranas fetais retidas foram acasaladas com sucesso e ficaram prenhes na próxima estação de monta, independentemente do tratamento aplicado. O tratamento com ozônio alcançou resultados semelhantes aos da antibioticoterapia padrão, indicando que poderia ser uma nova terapia alternativa em potencial para retenção das membranas fetais em cabras leiteiras (ĐURIČIĆ; VALPOTIC; SAMARDZIJA, 2015).

Em estudo bem parecido, envolvendo 256 ovelhas, sendo 139 com distocias e 49 apresentando retenção de placenta, os animais foram tratados com *spray* de espuma de ozônio ou com comprimidos de cloridrato de oxitetraciclina por via intra-uterina. O desempenho reprodutivo das ovelhas tratadas foi semelhante ao do grupo controle e com melhores resultados quando comparado às ovelhas que receberam antibióticos. O grupo controle, de 70 ovelhas saudáveis, não foi tratado (ĐURIČIĆ et al., 2016).

Szponder et al., (2017) avaliaram a eficácia do ozônio e do plasma rico em plaquetas para o tratamento de podridão do casco em 10 ovelhas, e observaram a recuperação completa em seis dos 10 animais após três aplicações semanais de salina ozonizada por 20 minutos. Os quatro animais que não tiveram recuperação completa foram tratados com plasma rico em plaquetas. Nesse estudo não foram observadas alterações hematológicas, em proteínas de fase aguda ou estado oxidativo.

Em eqüinos, foram obtidos resultados em alguns estudos como o de Coelho et al. (2015) com aplicação de ozônio intramuscular na região supra escapular para o tratamento de laminite crônica, obtendo significativa redução da claudicação.

Garcia et al. (2010) demonstraram a eficácia do ozônio no tratamento de um cavalo de 15 anos com lesão no metatarso e suspeita de habronemose cutânea, usando óleo ozonizado na ferida, duas vezes ao dia, por dois meses. Após esse período, foi possível observar uma melhora na cicatrização da pele, segundo os autores.

A utilização de gás, óleo e salina, ozonizados foi relatada no tratamento de dois casos de infecções atípicas decorrentes de celiotomias em equinos, sendo que o quadro clínico teve boa resolução. Um dos casos teve crescimento de *Actinomyces* spp e *Escherichia coli*, e o outro *Staphylococcus intermedius*, *E. coli* e *Enterococcus faecium*. Os casos estudados tiveram boa granulação da ferida e epitelização após o desprendimento do tecido necrosado (RAMÍREZ et al., 2013).

Na avaliação do efeito sobre a capacidade antioxidante, em equinos de corrida em início de treinamento, foi realizada uma única aplicação de auto-hemoterapia ozonizada maior, tendo sido observado nos animais até 14 dias após o tratamento, o menor estresse oxidativo e um aumento do potencial antioxidante biológico (TSUZUKI et al., 2015). No tratamento de quatro equinos utilizados para trote, com aplicações semanais, por 3 a 4 semanas de 75 μg/mL de ozônio subcutâneo, foi observada remissão da dor durante a palpação muscular e da andadura rígida (BALLARDINI, 2005).

Em outro estudo, foram tratados 30 equinos atletas que apresentavam lombalgia

decorrente de alterações toracolombares, com aplicações de 15 mL contendo 30 μg/mL de ozônio, sendo utilizadas duas aplicações, com intervalo de dez dias entre elas. A diminuição da dor na coluna lombar ocorreu em 44% dos animais após a primeira aplicação e 93% após a segunda. Já a diminuição da dor na coluna torácica foi apresentada por 44% após uma dose e em 72% após a segunda aplicação (VIGLIANI; BONIPERTI; SCUDO, 2005).

Foi realizado um experimento envolvendo 16 cavalos, onde o grupo controle recebeu oxigênio puro e o grupo tratado recebeu um litro de gás ozônio, por via intra-retal, três vezes por semana. Não houve diferença clínica e nem bioquímica entre os grupos, exceto pelo aumento significativo da contagem de hemácias e concentração de hemoglobina, ao que os autores concluíram ser o ozônio responsável por melhorar a oxigenação dos tecidos (JARAMILLO et al., 2020).

APLICAÇÃO DE OZÔNIO EM ANIMAIS DE COMPANHIA

Han et al. (2007) em testes *in vivo* com injeção percutânea de oxigênio ozonizado para o tratamento de hérnia de disco intervertebral tóraco-lombar em cães, observaram que após cinco semanas houve redução significativa no volume dos discos de todos os animais tratados, sendo que todos os cinco animais recuperaram a capacidade de andar e em nenhum ocorreu recidiva, confirmando com isso a capacidade do ozônio em descomprimir os discos afetados pela contração, revelando um tratamento minimamente invasivo para o tratamento de tal afecção.

O mecanismo de ação do ozônio sobre a hérnia de disco é explicado pela ação direta do ozônio nos mucopolissacarídeos do núcleo pulposo dos discos intervertebrais, juntamente com o rompimento das moléculas de água, que promovem o encolhimento do disco e consequente descompressão da raiz nervosa e da estase venosa, que melhora a micro circulação e promove maior suprimento de oxigênio (ILIAKIS et al., 2001).

Em um estudo realizado com cadelas submetidas à overiohisterectomia, foi avaliado o efeito analgésico do ozônio administrado por via intrarretal e em pontos de acupuntura, sendo relatada que o ozônio apresenta efeito analgésico e nenhum efeito adverso (ĐURIČIĆ; VALPOTIC; SAMARDZIJA, 2015).

Como todos os analgésicos atualmente disponíveis para uso em cães têm sido associados a alguns efeitos adversos, a busca por um analgésico eficaz que não cause danos é importante, segundo Teixeira et al. (2013). Este grupo investigou os efeitos analgésicos pós-operatórios do ozônio administrado por via intrarretal ou em pontos de acupuntura em 24 cadelas saudáveis submetidas a ovariohisterectomia (OH). A dor foi avaliada usando a escala de dor modificada de Glasgow e a escala visual analógica. A insuflação retal de ozônio e o ozônio injetado nos pontos de acupuntura proporcionaram analgesia satisfatória por 24h em cadelas submetidas à OH eletiva. O ozônio não teve efeitos adversos mensuráveis e os autores consideraram uma opção alternativa para

promover o alívio da dor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ozonioterapia é uma modalidade terapêutica ainda pouco explorada em medicina veterinária, em parte devido a pouca divulgação e consequentemente, ao desconhecimento das ações do ozônio sobre os seres vivos, quando administrado de forma controlada.

Por se tratar de um elemento natural, não existe possibilidade de patente para gerar ganhos econômicos, pelo contrário, com o uso do ozônio, diminuiria o consumo de fármacos patenteados. Como argumento contra a ozonioterapia surge a não comprovação científica de seus resultados e a padronização de seu uso em cada espécie. De fato o ozônio é tratado como uma panacéia por alguns favoráveis a aplicação deste em terapêutica humana e animal, e a busca criteriosa por informações confiáveis na literatura visa inclusive evitar a assimilação de evidências tendenciosas.

Há falta de estudos consistentes, semelhantes aos estudos pré-clínicos e clínicos aos quais são submetidos os fármacos, para que seja comprovada sua eficácia nos moldes legais. Outra dificuldade encontrada nas pesquisas é o estabelecimento de sua ação sistêmica, com diversos e complexos mecanismos de ação, que são difíceis de elucidar em âmbito molecular, incluindo seu alto nível de toxicidade tecidual resultante da oxidação e peroxidação lipídicas, que alteram sensivelmente a permeabilidade das membranas, bem como a inativação enzimática, envolvendo eventos metabólicos celulares imprescindíveis.

Contudo, a história do ozônio desde seus primeiros relatos, já registrava grupos de opiniões polarizadas a respeito do gás medicinal, o que é visto ainda nos dias atuais. Mas considerando os trabalhos disponíveis no momento, e parte do que se descobriu sobre a ozonioterapia ao longo do tempo, deve-se considerar que existe um grande potencial para que esse gás seja usado no tratamento de diversas afecções, tanto em humanos, como em animais.

Um aspecto importante para o uso em veterinária é ser rapidamente degradado em oxigênio, não poluir o ambiente e não deixar resíduos no organismo, com isso não requer tempo de carência para utilização dos produtos oriundos dos animais, tendo portanto uma vantagem em relação aos antimicrobianos, além de não existirem relatos de resistência ao ozônio nas condições anteriormente relatadas.

Cabe aos cientistas veterinários, a busca por maior conhecimento sobre o ozônio, sendo quase emergencial a padronização acerca do uso deste recurso terapêutico com múltiplas especificidades de aplicação. As pesquisas precisam ser aprofundadas para que o ozônio tenha seu uso validado e aplicado em favor da saúde animal, como uma modalidade terapêutica alternativa ou complementar.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, N. **The oxygen prescription: the miracle of oxidative therapies**. Vermont, USA: Healing Arts Press, Rochester, 2007.

ALVES, G. E. S. et al. Efeitos do ozônio nas lesões de reperfusão do jejuno em eqüinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 4, p. 433–437, 2004.

ARÉVALO, E.A.F. et al. Ozonioterapia na prevenção e terapêutica da mastite em vacas leiteiras: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e35510212707, 2021.

BALLARDINI, E. Oxygen-ozone therapy for spinal muscle. **Rivista Italiana di Ossigeno-Ozonoterapia**, v. 4, p. 70–73, 2005.

BOCCI, V. **Ozone**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011.

BOCCI, V. A. Scientific and medical aspects of ozone therapy: state of the art. **Archives of Medical Research**, v. 37, n. 4, p. 425–435, 2006.

BOCCI, V.; DI PAOLO, N. Oxygenation-ozonization of blood during extracorporeal circulation (EBOO). Part III: a new medical approach. **Ozone: Science & Engineering**, v. 26, n. 2, p. 195–205, 2004.

COELHO, C. S. et al. Use of ozone therapy in chronic laminitis in a horse. **Journal of Ozone Therapy**, v. 1, n. 1, 2015.

DI PAOLO, N.; BOCCI, V.; GAGGIOTTI, E. Ozone therapy. **The International Journal of Artificial Organs**, v. 27, n. 3, p. 168–175, 2004.

DUCUSIN, R. J. T. et al. Phagocytosis of bovine blood and milk polymorph nuclear leukocytes after ozone gas administration *in vitro*. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 65, n. 4, p. 535-539, 2003.

ĐURIČIĆ, D. et al. Effect of preventive intrauterine ozone application on reproductive efficiency in holstein cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 47, n. 1, p. 87–91, 2012a.

ĐURIČIĆ, D. et al. Intrauterine ozone treatment of retained fetal membrane in Simmental cows. **Animal Reproduction Science**, v. 134, n. 3–4, p. 119–124, 2012b.

ĐURIČIĆ, D. et al. Comparison of intrauterine antibiotics versus ozone medical use in sheep with retained placenta and following obstetric assistance. **Reproduction in Domestic Animals,** v. 51, p. 538–540, 2016.

ĐURIČIĆ, D.; VALPOTIC, H.; SAMARDZIJA, M. The Intrauterine Treatment of the Retained Foetal Membrane in Dairy Goats by Ozone: Novel Alternative to Antibiotic Therapy. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 50, n. 2, p. 236–239, 2015.

ĐURIČIĆ, D. et al. Ozone treatment of metritis and endometritis in Holstein cows. **Veterinarski Arhiv**, v. 84, n. 2, p. 103–110, 2014.

FRISÓN, L. et al. Effects of ozonated water on pathogens and spoilage microorganisms of fruits and vegetables. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos,** v. 4 , n. 1, p. 119-131, 2013.

GARCIA, C. A. et al. Skin healing in one equine by therapy with ozone. **Revista CENIC, v.** 41, p. 1–6, 2010.

HAN, H. J. et al. Fluoroscopic-guided intradiscal oxygen-ozone injection therapy for thoracolumbar intervertebral disc herniations in dogs. **In vivo**, v. 21, n. 4, p. 609–13, 2007.

ILIAKIS, E. et al. Rationalization of the activity of medical ozone on intervertebral disc a histological and biochemical study. **Rivista di Neuroradiologia**, v.14, n.1, p.23–30, 2001.

IOFFE, I. V; CHERNOVA, N. V. Efficacy of application of radiofrequency scalpel and ozono-ultrasound method in dynamics of planimetric indices of the wound course process in the patients, suffering an acute purulent lactation mastitis. **Klinichna Khirurhiia**, n. 2, p. 50–2, 2013.

JARAMILLO, F.M. et al. Effects of transrectal medicinal ozone in horses - Clinical and laboratory aspects. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v. 72, p.56–64, 2020.

KUNZ, A. et al. Construção e otimização de um sistema para produção e aplicação de ozônio em escala de laboratório. **Química Nova,** v. 22, n. 3, 1999.

MALDONADO, H. et al. Uso de la ozonoterapia para el control de la endometritis subclínica postparto en vacas lecheras. **Maskana,** v. 8, p.105–108, 2017.

MANSTEN, S.J.; DAVIES, S.H.R. The use of ozonation to degrade organic contaminants in wastewaters. Environmental Science and Technology, v. 28, n. 4, p. 180A- 184A, 1994.

OGATA, A.; NAGAHATA, H. Intramammary application of ozone therapy to acute clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 62, n. 7, p. 681–686, 2000.

OHTSUKA, H. et al. Changes in leukocyte population after ozonated autohemoadministration in cows with inflammatory diseases. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 68, n. 2, p. 175–8, 2006.

ORLANDIN, J. R. et al. Ozone and its derivatives in veterinary medicine: A careful appraisal. Veterinary and Animal Science, v. 13, p. 1-10, 2021.

RAKNESS, K. L. et al. Wastewater disinfection with ozone - process control and operating results. **Ozone: Science & Engineering**, v. 15, n. 6, p. 497–513, 1993.

RAMÍREZ, E. M. M. et al. Administración tópica de ozono en dos casos de infeccion atípica de incisiones abdominales. **Recursos Educativos**, v. 5, n. 3, p. 183–188, 2013.

RICAURTE, S. Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario. **Revista Electrónica de Veterinaria Redvet,** v. 7, n. 10, 2006.

RUBIN, M. B. The history of ozone. The Schönbein period, 1839–1868. **Bulletin for the History Chemistry**, v. 26, n. 1, p. 40–56, 2001.

SCROLLAVEZZA, P. et al. Ozonized autohemotherapy, a new method to treat dairy cow acute interdigital phlegmon. Comparison with ceftiofur and oxytetracycline. **Italian Journal of Animal Science**, v. 1, n. 3, p. 211-216, 2002.

SHINOZUKA, Y. et al. Comparison of the amounts of endotoxin released from Escherichia coli after exposure to antibiotics and ozone: an in vitro evaluation. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 70, n. 4, p. 419–22, 2008.

SZPONDER, T. et al. The combined use of ozone therapy and autologous platelet-rich plasma as an alternative approach to foot rot treatment for sheep. A preliminary study. **Small Ruminant Research**, v. 156, p. 50–56, 2017.

TEIXEIRA, L. R. et al. Comparison of intrarectal ozone, ozone administered in acupoints and meloxicam for postoperative analgesia in bitches undergoing ovariohysterectomy. **The Veterinary Journal,** v. 197, n. 3, p. 794-799, 2013.

TSUZUKI, N. et al. Effects of ozonated autohemotherapy on the antioxidant capacity of thoroughbred horses. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 77, n. 12, p. 1647–1650, 2015.

VIDAL DE MAIO, L.; URRUCHI, W.; RODRIGUEZ, Z. Z. Utilidad potencial de la ozonoterapia en la Medicina Veterinaria. **Revista Eletrônica de Veterinária,** v. 10, n. 10, 2009.

VIGLIANI, A.; BONIPERTI, E.; SCUDO, E. Paravertebral O2-03 treatment in mechanical lumbar pain in riding horses. **Rivista Italiana di Ossigeno-Ozonoterapia**, v. 4, p. 64–69, 2005.

YIĞITARSLAN, K.; et al. Veteriner nörolojide ozonun kullanım alanları. **Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences,** v. 9, n.1, p.26-32, 2018.

ZOBEL, R. et al. Efficacy of ozone as a novel treatment option for urovagina in dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 47, n. 2, p. 293–298, 2012.

ZOBEL, R. et al. Intrauterine ozone administration for improving fertility rate in Simmental cattle. **Veterinarski Arhiv**, v. 84, n. 1, p. 1–8, 2014.

ZOBEL, R.; TKALČIĆ, S. Efficacy of ozone and other treatment modalities for retained placenta in dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 48, n. 1, p. 121–125, 2013.

CAPÍTULO 21

PROPRIEDADES FÍSICAS, COMPOSIÇÃO E TEOR DE ÁGUA EM GRÃOS

Data de aceite: 01/01/2022

Bruna Eduarda Kreling
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá
Ibirubá - RS
http://lattes.cnpq.br/4869714775858652

Cristiano Tonet
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá
Ibirubá - RS
http://lattes.cnpq.br/3662796092406039

Júlia Letícia Cassel
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá
Ibirubá - RS
http://lattes.cnpq.br/5121828435228922

Tamara Gysi
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá
Ibirubá - RS
http://lattes.cnpq.br/6184474574048530

Bruna Dalcin Pimenta
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá
Ibirubá - RS
http://lattes.cnpq.br/4356461032499240

RESUMO: As técnicas de produção e manejo dos grãos e sementes despertam grande interesse por parte da pesquisa, uma vez que as sementes são consideradas um insumo de fundamental importância na agricultura. Existem muitas definições para o termo semente, no entanto, do ponto de vista botânico, a semente é descrita como o óvulo fecundado e desenvolvido, contendo o embrião e protegida pelo tegumento. O conhecimento acerca das propriedades físicas das sementes, como o teor de água, é imprescindível para a assertividade do momento ideal de colheita, a fim de obtê-las com qualidade adequada. As sementes apresentam elevado teor de água, que pode variar de 70 a 80%, e, este fator se torna essencial no que tange a maturidade fisiológica e consequente ponto de colheita das espécies. Por este motivo, a assertividade do momento ideal de colheita é imprescindível para obtenção de sementes de boa qualidade. A fim de conservar os grãos e sementes após a colheita, é realizado o procedimento de secagem, a fim de possibilitar o armazenamento de forma segura para o consumo ou processamento industrial. A secagem também pode promover alterações nas características físicas em função da redução do teor de água nas sementes. Devido a isso, a contração volumétrica é uma das principais causas das alterações das principais propriedades físicas dos produtos agrícolas após a secagem. Neste contexto, o objetivo desta revisão é proporcionar o conhecimento sobre a caracterização anatômica-fisiológica dos grãos e sementes, bem como descrever algumas propriedades físicas dos grãos, compreendendo o teor de água nestes e, por fim, a secagem e sua influência nas propriedades físicas dos grãos. Acredita-se que esse documento servirá de apoio para estudantes da área da agronomia e engenharia agrícola, uma vez que são áreas que objetivam otimizar processos e potencializar

os recursos aplicando conhecimentos técnicos para o ambiente rural.
PALAVRAS-CHAVE: Contração volumétrica. Conservação de grãos. Secagem e beneficiamento. Ponto de colheita. Maturidade fisiológica.

ABSTRACT: The techniques of production and handling of grains and seeds arouse great interest on the part of research, since seeds are considered an input of fundamental importance in agriculture. There are many definitions for the term seed, however, from a botanical point of view, the seed is described as the fertilized and developed egg, containing the embryo and protected by the integument. Knowledge about the physical properties of seeds, such as water content, is essential for the assertiveness of the ideal harvest time, in order to obtain them with adequate quality. The seeds have a high water content, which can vary from 70 to 80%, and this factor becomes essential with regard to physiological maturity and consequent harvest point of the species. For this reason, the assertiveness of the ideal harvest time is essential to obtain good quality seeds. In order to preserve the grains and seeds after harvesting, the drying procedure is carried out, in order to enable safe storage for consumption or industrial processing. Drying can also promote changes in physical characteristics due to the reduction of water content in the seeds. Because of this, volumetric shrinkage is one of the main causes of changes in the main physical properties of agricultural products after drying. In this context, the objective of this review is to provide knowledge about the anatomical-physiological characterization of grains and seeds, as well as to describe some physical properties of grains, including the water content in them and, finally, drying and its influence on physical properties of the grains. It is believed that this document will serve as support for students in the field of agronomy and agricultural engineering, since they are areas that aim to optimize processes and leverage resources by applying technical knowledge to the rural environment.
KEYWORDS: Volumetric contraction. Grain conservation. Drying and processing. Harvest point. Physiological maturity.

1 | INTRODUÇÃO

A produção de sementes e grãos é um dos principais segmentos do setor agrícola mundial e, por ser o insumo mais importante da agricultura, a contribuição da ciência e tecnologia é indispensável no que tange às técnicas de produção e manejo das sementes objetivando a manutenção de sua qualidade (NETO et al., 2014).

O desenvolvimento das sementes é caracterizado por uma série de alterações físicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, que são iniciadas a partir da fecundação do óvulo (BERGER et al., 2008; HEHENBERGER et al., 2012), que em Angiospermas leva à formação do embrião, do endosperma e do tegumento (KESAVAN et al., 2013).

O conhecimento acerca das propriedades físicas dos grãos é de extrema importância para a correta conservação dos mesmos, considerando, entre outros fatores, o processo de beneficiamento e armazenamento. Por esse motivo, o teor de água é um dos principais fatores que atuam na qualidade, uma vez que possui grande influência nas propriedades físicas dos grãos, pois todos têm uma certa quantidade de água em sua constituição

(MONTEIRO, 2017). Nas últimas décadas, diversos autores têm buscado estudar as propriedades físicas de espécies agrícolas (GONELI et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; ARAÚJO et al., 2015).

Deste modo, esses estudos fazem-se importantes, segundo Resende et al. (2008), para a otimização dos processos industriais, projeto e dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita, tendo em vista o aumento da qualidade do produto final.

2 I DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA-FISIOLÓGICA DOS GRÃOS E SEMENTES

Do ponto de vista botânico, a semente é definida, segundo Figueiredo (1978), como o óvulo fecundado e desenvolvido, que contém o embrião e é protegida pelo tegumento. Além disso, as sementes podem apresentar tecidos de reserva, como endosperma e perisperma. Assim, as sementes são compostas de uma cobertura protetora (tegumento), um tecido meristemático (eixo embrionário) e um tecido de reserva.

As sementes possuem três substâncias importantes em seu tecido de reserva, que são os carboidratos, lipídios e proteínas, que podem variar conforme a espécie. Além de seu valor como alimento, a semente é, segundo Barros Neto et al. (2014), também fonte de outros produtos que servem ao homem e aos animais, destacando-se combustíveis, rações e produtos medicinais.

No início da formação das sementes, ocorrem intensa divisão e expansão celular, seguidas por aumento progressivo da massa de matéria seca, devido à síntese e deposição de reservas, como carboidratos, lipídios e proteínas (BEWLEY et al., 2013). Existem organelas específicas para tais processos, presentes no embrião e/ou nos tecidos de reserva, como endosperma ou perisperma. Na fase intermediária de desenvolvimento, as sementes permanecem com elevado teor de água e exibem alto poder germinativo. Posteriormente, em sementes ortodoxas, ocorre a secagem ou desidratação (ANGELOVICI et al., 2010; WEBER et al., 2010).

Durante a maturação, são iniciados mecanismos de proteção para preservar a integridade dos componentes celulares quando a água for removida durante a secagem (HOEKSTRA et al., 2001). Por esse motivo, as sementes entram em estado de repouso, permitindo assim sua manutenção e sobrevivência a uma gama de condições ambientais (LEPRINCE & BUITINK, 2010).

Outro aspecto importante faz referência à colheita das sementes no momento ideal, o que pode minimizar os efeitos de deterioração que são causados pela maior permanência destas no campo. Consequentemente, evita também a colheita precoce, diminuindo a quantidade de sementes imaturas no lote e perdas por injúrias mecânicas. Aliado a isto, o termo maturidade fisiológica é definido, por Ellis e Pieta Filho (1992), como

o ponto de máxima qualidade fisiológica das sementes. Para Weber et al. (2010), o ponto de maturidade fisiológica é observado quando as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca e o mais alto nível de diferenciação, antes que se inicie o processo de secagem das sementes.

O interesse agronômico referente ao estudo do processo de maturação de sementes é devido, principalmente, à obtenção de informações sobre o controle da dormência, a regulação do acúmulo de reservas e o controle do desenvolvimento do endosperma (INGRAM, 2010). Assim, o ponto ideal de colheita deve ser baseado na identificação simples, rápida e consistente de características morfológicas da planta e/ou dos frutos (MARCOS FILHO, 2005).

Na cultura do amendoim, por exemplo, a colheita é realizada quando as plantas apresentam amarelecimento geral das folhas e manchas escuras nas faces internas da vagem (SEGATO & PENARIOL, 2007). Em feijão, a colheita é feita quando se observa amarelecimento e queda das folhas (DOURADO NETO & FANCELLI, 2000). Em soja, a colheita é realizada a partir do ponto em que se observa a perda da coloração verde das vagens e das sementes (VEIGA et al., 2007). Para a *Crotalaria juncea*, tem-se sugerido a verificação da porcentagem de vagens secas (CALEGARI et al., 1993).

Acerca das referências supracitadas, as sementes, portanto, possuem importante função na perpetuação e multiplicação das espécies, servindo inclusive de alimento aos humanos e animais. Assim, estas podem ser classificadas como elementos fundamentais no estabelecimento e desenvolvimento da agricultura.

3 | PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS

A determinação das propriedades físicas, térmicas e aerodinâmicas é de total importância na otimização dos processos industriais, estudos de aerodinâmica, projeto e dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita, tendo em vista o aumento da qualidade do produto final (RESENDE et al., 2008). Dessa forma, as informações referentes a tamanho, porosidade e a massa específica, dentre outras características físicas dos produtos agrícolas, são consideradas de grande importância para estudos envolvendo transferência de calor e massa e movimentação de ar em massas granulares (FIRMINO et al., 2010; SILVA NETO, 2013).

De acordo com Araújo et al. (2014), a porosidade intergranular pode ser entendida como a porcentagem do volume total ocupada pelo ar em uma massa de produto. Este percentual de espaços "vazios" depende do tamanho e da forma do material tal como das características de sua superfície. Uma massa de produto com superfície rugosa tende a apresentar mais espaços vazios do que uma massa de grãos com superfície lisa. Mata & Duarte (2002), admitem que o conhecimento da porosidade de uma massa de grãos é uma ferramenta sumamente importante no dimensionamento de silos, contêineres,

caixas, embalagens e unidades transportadoras, além de estar contida dentro dos estudos da transferência de calor e massa, nos processos hidrodinâmicos, aerodinâmicos e termoelétricos.

Outra característica física de grande relevância é a massa específica aparente e a massa específica unitária dos produtos agrícolas. As informações fornecidas por esta propriedade física são capazes de auxiliar no dimensionamento de silos, cálculo de transportadores, separadores e classificadores de grãos e sementes. Diversos são os fatores que afetam a massa específica dos materiais vegetais, dentre os principais se encontram o teor de água, a forma e a superfície dos produtos. Por outro lado, o que também pode afetar a massa específica aparente e unitária é o fato de alguns produtos agrícolas, como o fruto de amendoim, apresentarem grãos no seu interior (ARAÚJO et al., 2014).

Sirisomboon et al. (2007) apresentaram as propriedades físicas, tais como área superficial, área projetada, volume, circularidade e esfericidade dos frutos e sementes caracterizando-as como indispensáveis no dimensionamento de máquinas e equipamentos capazes de realizar o processo de descasque. Esta informação também pode ser utilizada para determinar o limite inferior do tamanho dos transportadores, como esteira, elevador de caneca e transportador helicoidal.

De acordo com Monteiro (2017), dentre as propriedades físicas dos grãos que são usualmente estudadas, é possível citar a massa específica, a porosidade, o teor de água, a massa de 1000 grãos, o tamanho e a forma, entre outras. A massa específica unitária pode ser determinada pela equação a seguir, a qual foi proposta por Mohsenin (1986).

$$\rho_u = \frac{m_g}{V_g}$$

Em que,

ρu - massa específica unitária (kg m^{-3});

mg - massa do grão (kg) ;

Vg - volume do grão (m3).

O cálculo do volume (V_g) pode ser determinado pela seguinte formulação:

$$Vg = \frac{\pi}{6}(a\ b\ c)$$

Em que,

V_g - volume dos grãos, m^3;

a - maior dimensão característica dos grãos de soja (m);

b - dimensão característica intermediária dos grãos de soja (m);

c - menor dimensão característica dos grãos de soja (m).

Estas dimensões podem ser exemplificadas na Figura 1, em que “a”, “b” e “c” são,

respectivamente, a maior, a intermediária e a menor dimensão característica do produto.

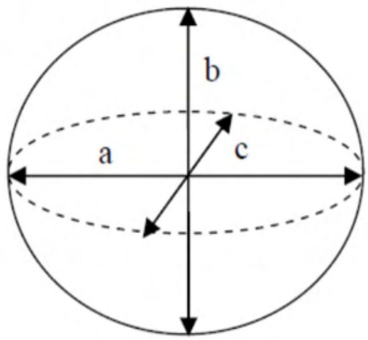


Figura 1: Desenho esquemático de um grão de soja.

Fonte: BOTELHO et al., 2015.

A porosidade da massa dos grãos de soja pode ser determinada indiretamente de acordo com a expressão a seguir (MOHSENIN, 1986).

$$\varepsilon = 100\left[1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_u}\right]$$

Em que,

ε - porosidade (%);

ρap - massa específica aparente (kg m^{-3});

ρu - massa específica unitária (kg m^{-3}).

A esfericidade (Es) pode ser calculada utilizando-se a expressão a seguir, proposta por Mohsenin (1986):

$$E_s = \left\lfloor \frac{(abc)^{1/3}}{a} \right\rfloor 100$$

Em que,

Es - esfericidade (%).

A circularidade do produto, segundo (Mohsenin, 1986), pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$Cr = \left(\frac{b}{a}\right) 100$$

Em que,

Cr - circularidade (%).

Já a área projetada (Ap) dos grãos pode ser calculada pela expressão a seguir:

$$A_p = \frac{\pi ab}{4}$$

Em que,

Ap - área projetada (mm²).

A área superficial (S) pode ser calculada pelo modelo de Mohsenin (1986), realizando-se ajustes nas dimensões características do produto, com auxílio da seguinte expressão:

$$S = \frac{\pi B^2}{2} + \frac{\pi aB}{2E} sen^{-1} E$$

Sabe-se que:

$$B = (bc)^{1/2}$$

$$E = \sqrt{1 - \left(\frac{B}{a}\right)^2}$$

Em que,

S - área superficial (mm²);

B - média geométrica entre o comprimento e a largura do grão (mm²);

E – excentricidade.

4 I TEOR DE ÁGUA DOS GRÃOS E SEMENTES

A maturidade fisiológica de muitas espécies ocorre quando a semente se encontra com um elevado teor de umidade, como o caso da soja (*Glycine max*), a qual se situa em torno de 50% (LACERDA, 2007). Ocorre um período representado por uma pequena elevação neste teor, para, em seguida, começar uma fase de lento decréscimo. A fase de declínio no percentual de água na semente apresenta duração variável conforme a espécie, condições climáticas e estádio de desenvolvimento da planta (BARROS NETO, et al., 2014).

A assertividade do momento ideal de colheita é imprescindível para obtenção de sementes de boa qualidade. Em experimento realizado, avaliando-se a germinação e vigor relacionados a diferentes umidades de colheita, Terasawa et. al (2009) concluíram que é possível a antecipação da colheita de sementes de alta qualidade fisiológica, com teores abaixo de 22,9% de água. Quanto mais próximo de 14% de umidade melhor foram os resultados dos testes, tanto imediatamente como após seis meses de armazenamento. Entretanto, em todos os teores de umidade, após o período de armazenamento, ocorreram reduções na germinação e vigor das sementes.

Goldfarb & Queiroga (2013) atrelam a longevidade de sementes, dentre outras, ao genótipo. Porém, os autores destacam que as condições ambientais de armazenamento, conjuntamente com o teor de umidade também afetam a qualidade e o período de conservação das sementes.

O teor de água é o fator responsável pela preservação do produto. Uma vez que as condições de armazenamento não forem adequadas, haverá aumento da intensidade da respiração dos grãos, o que se torna algo prejudicial, devido às mudanças que ocorrem em suas propriedades físicas e químicas. Assim, o produto se torna inútil para o consumo in natura ou mesmo o processamento industrial (SILVA, 2000).

5 | SECAGEM E SUA INFLUÊNCIA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS

A secagem é umas das principais operações pós-colheita, pois, além de possibilitar uma armazenagem de forma segura, também pode promover alterações nas características físicas e mudanças qualitativas indesejáveis como a descoloração, oxidação, trinca ou quebra dos grãos (BOTELHO et al., 2015). Desse modo, o estudo das propriedades físicas dos produtos agrícolas e dos fatores que as influenciam é de grande importância para a avaliação e tomada de decisões nas operações de colheita e pós-colheita de grãos e na otimização dos processos agroindustriais (RESENDE et al., 2005).

Uma das mudanças físicas mais importantes que ocorrem nos produtos agrícolas durante a secagem é a redução do seu volume. A perda de água causa mudanças na forma e, normalmente, proporciona decréscimo nas dimensões características dos grãos, fenômeno usualmente conhecido como contração volumétrica, sendo uma das principais causas das alterações das principais propriedades físicas dos produtos agrícolas. No entanto, o teor de água é relatado como o parâmetro que mais influencia as propriedades físicas dos produtos agrícolas. De acordo com Mayor & Sereno (2004), a redução do teor de água do produto pode causar danos em suas estruturas celulares tanto quanto variações na forma e redução em suas demissões.

Assim, inúmeros autores têm investigado a influência de uma série de fatores sobre as variações das propriedades físicas para diversos produtos agrícolas durante a secagem, principalmente em função do teor de água como: feijão fradinho (DI LANARO et al., 2011), sementes de gergelim (DARVISHI, 2012), grão de bico (EISSA et al., 2010), amendoim (ARAÚJO et al., 2014) e soja (SHIRKOLE et al., 2011; WANDKAR et al., 2012).

Conforme a temperatura de secagem empregada, algumas características físicas e fisiológicas dos grãos podem ser alteradas. Faroni et al. (2006) verificaram que o aumento da temperatura do ar de secagem diminuiu a qualidade fisiológica de grãos de feijão ao longo do armazenamento. Siqueira et al. (2012) verificaram que a temperatura do ar de secagem alterou a circularidade e a esfericidade de grãos de pinhão-manso.

Diante destas informações e das observações de Araújo et al. (2014), é possível

concluir que o volume dos produtos geralmente é a característica física que mais sofre variação durante a secagem. Assim, podendo proporcionar redução no seu tamanho ou até mesmo na sua forma geométrica. Por esse motivo, são essas características que, na verdade, determinam o tamanho e a forma dos furos das peneiras utilizadas no beneficiamento dos produtos agrícolas após a colheita.

REFERÊNCIAS

ANGELOVICI, R.; GALILI, G.; FERNIE, A. R.; FAIT, A. **Seed desiccation: a bridge between maturation and germination.** Trends in Plant Science, v.15, p.211-218, 2010.

ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B. **Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2014, v. 18, n. 3, p. 279-286. 2014.

ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; ORLANDO, R. C.; MARTINS, E. A. S.; HARTMANN FILHO, C. P. **Propriedades físicas dos frutos de amendoim durante a secagem.** Revista Caatinga, Mossoró, v.28, n.4, p.170-180, 2015.

BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. P.; GONÇALVES, C. C. **Sementes: estudos tecnológicos.** Aracaju: IFS, 2014. 285 p.

BERGER, F.; HAMAMURA, Y.; INGOUFF, M.; HIGASHIYAMA, T. **Double fertilization - caught in the act.** Trends in Plant Science, v.13, p.437-443, 2008.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILROST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer, 392 p. 2013.

BOTELHO, F. M.; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. C. C.; GARCIA, T. R. B. **Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja.** Engenharia na agricultura, Viçosa - MG, v.23, n.3, p.212-219, 2015.

CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). **Aduba**ção verde no Sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 207-328.

DARVISHI, H. **Moisture-Dependent Physical and Mechanical Properties of White Sesame Seed.** American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science, v.12, n. 2, p.198-203, 2012.

DI LANARO, N.; BANJAY, L. G.; QUEIROZ, V. M. P.; PINTO, R. C. S.; LEITÃO, I. G. A.; LESSIO, B. C.; AUGUSTO, P. E. D. **Determinação de propriedades físicas do feijão fradinho.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.13, n.1, p.27-35, 2011.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão.** Guaíba: Agropecuária, 385 p. 2000.

EISSA, A. H. A.; MOHAMED, M. A.; MOUSTAFA, H.; ABDUL, R. O. A. **Moisture dependent physical and mechanical properties of chickpea seeds.** International Journal Agricultural & Biological Engineering, v.3, n.4, p.80-93. 2010.

ELLIS, R.H.; PIETA FILHO, C. **Seed development and cereal seed longevity.** Seed Science Research, Zürich, n.2, p.9-15, 1992.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. **Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.148-154, 2006.

FIGUEIREDO, F. J. C. **Botânica da Semente.** Embrapa Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropical Úmido (CPATU). Belém, 17p. 1978.

FIRMINO, P. T.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A.; SILVA, A. C.; SANTOS, D. C.; SANTOS, F. N. **Determinação das propriedades físicas de sementes de pinhão manso.** In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 2025- 2030. 2010.

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V. P. **Considerações sobre o armazenamento de sementes.** Tecnologia e Ciência Agropecuária, João Pessoa, v.7, p.71-74, 2013.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. A.; BAPTESTINI, F. M. **Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá v.33, n.1, p.1-8, 2011.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KÖHLER, C. **Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development.** Development, v.139, p.2031-2039, 2012. DOI: 10.1242/dev.077057.

HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. **Mechanisms of plant desiccation tolerance**. Trends in Plant Science,Oxford v. 6, n. 9, p. 431-438, 2001.

INGRAM, G. C. **Family life at close quarters: communication and constraint in angiosperm seed development.** Protoplasma, v. 247, n. 3-4, p. 195 - 214, 2010.

KESAVAN, M.; SONG, J. T.; SEO, H. S. **Seed size: a priority trait in cereal crops.** Physiologia Plantarum, v. 147, p.113-120, 2013.

LACERDA, A. L. S. **Fatores que afetam a maturação e qualidade fisiológica das sementes de soja (G*lycine max* L.).** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/maturacao/index.htm>. Acesso em: 07 de dezembro de 2021.

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. **Desiccation tolerance: From genomics to the field.** Plant Science, v. 179, n. 6, p. 554-564, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba, FEALQ, 2005. 495 p.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M. **Porosidade intergranular de produtos agrícolas.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 79-93, 2002.

MAYOR, L.; SERENO, A. M. **Modelling shrinkage during convective drying of food materials.** Journal of Food Engineering, v.61, p.373-386, 2004.

MONTEIRO, N. O. C. **Determinação de algumas propriedades físicas de grãos de quinoa e amaranto em função do teor de água.** Monografia (Curso de Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 46 p. 2017.

MOSHENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials,** New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, p. 841.

NETO, J. J. S. B.; ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. C.; GONÇALVES, C. C. **Sementes: Estudos tecnológicos**. In: NETO, J. J. S. B. Introdução. 1 ed. Aracaju: IFS, 2014, p.13-14.

NETO, J. J. S. B.; ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. C.; GONÇALVES, C. C. **Sementes: Estudos tecnológicos.** In: SILVA, J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. P. Importância da semente das angiospermas e alguns aspectos dos sistemas de reprodução. 1 ed. Aracaju: IFS, 2014, p.17-38.

OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T. A. S.; SIQUEIRA, V.C. JOSÉ NETO, C.A. **Alterações morfométricas em grãos de soja durante o processo de secagem.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.3, p.975- 984, 2013.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. **Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (Phaseolus vulgaris L.) durante a secagem.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.7, n.1, p.15-24, 2005.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, D. M. **Propriedades físicas do feijão durante a secagem: determinação e modelagem.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.1, p.225-230, 2008.

SEGATO, S. V.; PENARIOL, A. L. **A cultura do amendoim em áreas de reforma de canavial.** In: SEGATO, S.V.; FERNANDES, C.; SENE PINTO, A. Expansão e Renovação de Canavial. Piracicaba: Editora CP 2, 2007, p 85-116.

SHIRKOLE, S. S.; KENGHE, R. N.; NIMKAR P. M. **Moisture Dependent Physical Properties of Soybean.** International Journal of Engineering Science and Technology, v.3, n.5, 2011.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.** Viçosa, MG. 1 Ed. Aprenda Fácil. p. 22-37, 2000.

SILVA NETO, I. T. **Estado da arte de silos verticais de madeira.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 154 p. 2013.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; SOARES, A. L. **Forma e tamanho dos frutos de pinhão-manso durante a secagem em cinco condições de ar.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n. 8, p.864–870, 2012.

SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P.; PHOLPHO, T.; MAHUTTANYAVANITCH, W. **Physical and mechanical properties of Jatropha curcas L. fruits, nuts and kernels**. Biosystems Engineering, v.97, p.201-207, 2007.

TERASAWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. **Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja.** Bragantia, v. 68, n. 3 , p. 765-773. 2009.

VEIGA, A. D.; ROSA, S. D. V. F.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALVIM, P. O.; DINIZ, K. A. **Tolerância de sementes de soja à dessecação.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 3, p. 773-780, 2007.

WANDKAR, S. V.; UKEY, P. D; PAWAR, D. A. **Determination of physical properties of soybean at different moisture levels.** Agricultural Engineering International: CIGR Journal, v. 14, n. 2, p.138-142, 2012.

WEBER, H.; SREENIVASULU, N.; WESCHKE, W. **Molecular physiology of seed maturation and seed storage protein biosynthesis.** Plant Developmental Biology, v.2, p.83-104, 2010.

CAPÍTULO 22

FACTORES QUE BENEFICIAN EL CONTROL MICROBIANO DE PLAGAS AGRÍCOLAS CON HONGOS ENTOMOPATÓGENOS: BIODIVERSIDAD Y CONDICIONES CLIMÁTICAS ENTRE LOS TRÓPICOS DE LAS AMÉRICAS

Data de aceite: 01/01/2022
Data de submissão: 07/12/2021

Rogério Teixeira Duarte
Universidade de Araraquara, Araraquara - São Paulo, Brasil.
https://orcid.org/0000-0002-4908-6349

David Jossue López Espinosa
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa - Chiapas, México.
https://orcid.org/0000-0003-1242-2684

Silvia Islas Rivera
Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Comitán - Chiapas, México.
https://orcid.org/0000-0002-7882-9789

Alejandro Gregorio Flores Ricardez
Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Comitán - Chiapas, México.
https://orcid.org/0000-0003-4793-7602

Dario Antonio Morales Muñoz
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa - Chiapas, México
https://orcid.org/0000-0002-2629-3142

Luis Ernesto López Velázquez
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa - Chiapas, México
https://orcid.org/0000-0002-6590-2414

Raciel Cigarroa arreola
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa - Chiapas, México
https://orcid.org/0000-0002-2500-9955

Sergio Hernandez Cervantes
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa - Chiapas, México
https://orcid.org/0000-0002-9415-2122

RESUMEN: El crecimiento exponencial de la población mundial, observado a partir del siglo 20, influyó sustancialmente en la creciente demanda de alimentos y el consiguiente uso de una mayor cantidad de insumos agrícolas. En este escenario, el uso de plaguicidas surgió como el concepto principal de control de plagas, relacionado con la aplicación sistemática de insecticidas de amplio espectro de acción, basados en un calendario, es decir, fechas específicas para la realización de una aplicación fitosanitaria determinada. Esta metodología se caracterizó solo sobre la base del poder residual de estos productos químicos, sin tener en cuenta la presencia de la plaga en el campo, y que en un corto a medio tiempo, el uso constante de esta táctica condujo a la aparición de problemas relacionados con la evolución de la resistencia de las plagas a diferentes tipos de ingredientes activos de la clase de insecticidas; aparición de plagas secundarias; resurgimiento de plagas; efectos adverso sobre los enemigos naturales; En este contexto, se enfatiza la importancia de los hongos entomopatógenos en el control de plagas agrícolas, con el fin de

caracterizar brevemente la biodiversidad inexplorada de entomopatógenos en las diferentes regiones tropicales del globo terrestre, en contraste con el limitado número de especies y aislamientos de hongos entomopatógenos actualmente comercializados, lo que plantea un gran desafío para la investigación tropical en términos de nuevas cepas con potencial y viabilidad comercial en relación con los programas de manejo de plagas.
PALAVRAS-CHAVE: plaguicidas; control de plagas; hongos entomopatógenos ; biodiversidad.

FACTORS THAT BENEFIT THE MICROBIAL CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS WITH ENTOMOPATHOGENIC FUNGI: BIODIVERSITY AND CLIMATIC CONDITIONS AMONG THE TROPICS OF THE AMERICAS

ABSTRACT: The exponential growth of the world population, observed from the 20th century on, had a substantial influence on the growing demand for food and the consequent use of a greater quantity of agricultural inputs. In this scenario, the use of pesticides emerged as the main concept of pest control, related to the systematic application of insecticides with a broad spectrum of action, based on a calendar, that is, specific dates for the realization of a specific phytosanitary application. This methodology was characterized only on the basis of the residual power of these chemicals, without taking into account the presence of the pest in the field, and that in a short to half time, the constant use of this tactic led to the appearance of problems related to the evolution of the resistance of pests to different types of active ingredients of the class of insecticides; appearance of secondary pests; Pest resurgence; adverse effects on natural enemies; In this context, the importance of entomopathogenic fungi in the control of agricultural pests is emphasized, in order to briefly characterize the unexplored biodiversity of entomopathogens in the different tropical regions of the terrestrial globe, in contrast to the limited number of species and isolates of Entomopathogenic fungi currently on the market, posing a great challenge for tropical research in terms of new strains with potential and commercial viability in relation to pest management programs.
KEYWORD: pesticides; pest control; entomopathogenic fungi; biodiversity.

1 | INTRODUCCIÓN

El crecimiento exponencial de la población mundial, observado a partir del siglo 20, influyó sustancialmente en la creciente demanda de alimentos y el consiguiente uso de una mayor cantidad de insumos agrícolas. En este escenario, el uso de plaguicidas surgió como el concepto principal de control de plagas, relacionado con la aplicación sistemática de insecticidas de amplio espectro de acción, basados en un calendario, es decir, fechas específicas para la realización de una aplicación fitosanitaria determinada. La mayor notoriedad sobre el uso de estas moléculas químicas se relacionó con la síntesis de DDT(Dicloro-Difenil-Dricloroetano) en 1939, que resultó en el Premio Nobel para Paul Müller, y reflejó el creciente uso de pesticidas hasta la década de1960 (PARRA, 2014).

Esta metodología se caracterizó solo sobre la base del poder residual de estos productos químicos, sin tener en cuenta la presencia de la plaga en el campo, y que en un corto a medio tiempo, el uso constante de esta táctica condujo a la aparición de

problemas relacionados con la evolución de la resistencia de las plagas a diferentes tipos de ingredientes activos de la clase de insecticidas; aparición de plagas secundarias; resurgimiento de plagas; efectos adverso sobre los enemigos naturales; y efectos tóxicos sobre el hombre en el momento de la aplicación o a través del consumo de productos alimenticios con residuos de estos compuestos químicos (CARSOM, 1962; GALLO et al., 2002).

A partir de entonces, debido a la necesidad de organización y orientación de toda la cadena agrícola en materia de control de plagas, y también con el objetivo de minimizar los problemas causados por la aplicación fitosanitaria desordenada, se creó un concepto denominado Control Integrado, que posteriormente fue denominado Manejo Integral de Plagas (MIP). Este tipo de gestión puede definirse como un sistema de decisión para el uso de tácticas de control, que procura salvaguardar y extender los factores de mortalidad natural de las plagas por el uso integrado de los métodos de control seleccionados con base en parámetros técnicos, económicos, ecológicos y sociológicas (COUTINHO, 2010).

En contraste el método de control biológico se considera una de las tácticas dentro del MIP, y consiste en un fenómeno natural de regulación poblacional de plantas y animales por medio de la acción de enemigos naturales, que son considerados como agentes de control biológico. Es importante señalar que los enemigos naturales forman la base de los programas actuales de control de plagas, junto con el nivel de control, muestreo y taxonomía, porque estos agentes de control biológico son responsables de la mortalidad natural en un ecosistema (GALLO et al., 2002).

El control biológico de plagas puede caracterizarse en términos enemigos naturales, fauna auxiliar u organismos beneficiosos (en nuestro caso los hongos entomopatógenos) para denominar a aquellos agentes del agroecosistema que van a actuar contra las plagas (PAREDES; CAMPOS; CAYUELA, 2013).

Dentro del control biológico, los patógenos de plagas de insectos, también llamados entomopatógenos, representan una herramienta importante en el manejo integrado de plagas, enmarcados dentro del control microbiano. Este tipo de método de control se basa en el uso racional de microorganismos entomopatógenos, y puede caracterizarse por hongos, bacterias, nematodos, virus y protozoos, cuyo objetivo es el mantenimiento de la densidad poblacional de plagas agrícolas a niveles no nocivos para un determinado cultivo agrícola.

Entre las principales ventajas en cuanto al uso del control microbiano de plagas se encuentran relacionadas con la especificidad y selectividad; la alta capacidad de multiplicación y dispersión; con efectos secundarios nocivos en el desarrollo de plagas; el posible control asociado a otros métodos; la ausencia de problemas de contaminación ambiental, la pérdida de integridad física de las partículas del suelo, la aparición de especies, variedades, formas especiales de organismos con mayor potencial patogénico, parasítico o con una resistencia inusual a los insumos sintéticos derivados de la aplicación de estos

entomopatógenos; y la dificultad de las plagas agrícolas para desarrollar resistencia a la cro-organismos entomopatógenos (DAMALAS et al., 2011).

En este contexto, la biodiversidad de los entomopatógenos corrobora con la mayoría de las ventajas citadas por Alves (1998). El proceso relacionado con la evolución de la resistencia compite con la presión de selección continua de un agente químico o microbiano para criar una población de plagas que se desea controlar. Así, en base a la alta diversidad genética entre los entomopatógenos, es evidente una reducción sustancial de la presión de selección, con el fin de favorecer la disminución poblacional de esta especie para un largo plazo. La diferencia en la virulencia de un entomopatógeno en comparación con otro, en relación con el control de una plaga, también tiene una relación íntima con la biodiversidad de estos microorganismos, como una forma de seleccionar el mejor entomopatógeno, apuntando al control específico de una plaga agrícola, representada como selectiva a otros macro y microorganismos de un ecosistema determinado.

Además de las características intrínsecas de un entomopatógeno, los factores abióticos, como las condiciones climáticas, pueden ser cruciales en la cuestión de la eficiencia de un microorganismo destinado a reducir la población de plagas agrícolas. En muchos casos, la relación entre el uso de un entomopatógeno con condiciones óptimas de temperatura, humedad y radiación electromagnética del sol, son esenciales para potenciar la acción de un microorganismo entomopatógeno sobre su huésped.

Así, los estudios relacionados con la ecología de microorganismos, estrechamente relacionados con la biodiversidad de los entomopatógenos, y el conocimiento de las condiciones climáticas ideas para potenciar el control de una determinada plaga agrícola son factores esenciales en la realización de proyectos para la implementación del control microbiano dentro del manejo integrado de plagas.

1.1 Biodiversidad y condiciones climáticas y su relación con los hongos entomopatógenos

La aparición natural de entomopatógenos es considerada como un importante factor en la regulación de las poblaciones de insectos e incluso muchas especies son empleadas como agentes de control biológico (ALBUQUERQUE, 2009). Dicho de otra manera, los hongos entomopatógenos son agentes microscópicos capaces de causar mortalidad en algunos organismos, con gran importancia económica desde el punto de vista de la reducción nacional de plagas en diferentes tipos de cultivos agrícolas. Estos microorganismos presentan una gran variabilidad en tamaño y forma, y pueden ser unicelulares o representados por un conjunto filamentoso de micelio, y compuestos por células (ALVES, 1998). Una de las principales ventajas es su variabilidad genética, que hace posible la selección de aislados fúngicos con alta virulencia, además de otras características fundamentales en este proceso de elección, como el grado de especificidad y compatibilidad con otros compuestos químicos (HAJEK; ST. LEGER, 1994; ALVES, 1998).

Los principales hongos entomopatógenos a nivel mundial utilizados como bioinsecticidas son Beauveria *bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams (ARAHANA et al., 2013). Estos entomopatógenos se utilizan como agentes de control biológico de especies de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Isoptera y Orthoptera,principalmente (ZIMMERMANN, 2007a, ZIMMERMANN, 2007b). En la mayoría de los casos, los géneros *Beauveria* y *Metarhizium* suelen tener una amplia gama de hospedadores, mientras que *Lecanicillium* spp. se ha utilizado generalmente en la agricultura para el control de pulgones, moscas blancas y trips (FARIA; WRAIGHT, 2007; KIM et al., 2007; ZIMMERMANN, 2007a, ZIMMERMANN, 2007b; KIM et al., 2008; FADAYIVATA et al., 2014).

Como consecuencia algunos autores informan que los árboles albergan una diversidad de microorganismos, porque su dosel proporciona sombra, mantiene la humedad y minimiza la entrada de rayos UVB al suelo. Sin embargo, los cultivos como el sorgo liberan aleloquímicos que inhiben el desarrollo de organismos vivos en el suelo (ALI-SHTAYEH *Y COL* . (2002) ; MCCOY *Y COL* . (2007) DAYAN *ET AL* ., 2010). Esto contrasta con los resultados de esta investigación, debido a que, en las áreas cultivadas con gramíneas y fabáceas, posiblemente por el uso de hongos entomopatógenos en el control de plagas y la rotación de cultivos de sorgo y soja.

Por otro lado, otro factor que incide en la presencia de microorganismos en un ambiente es el uso de productos químicos y el manejo agronómico del cultivo (TKACZUK *ET AL* ., 2013). Según varios autores, los hongos entomopatógenos se ven gravemente afectados en los cultivos de hortalizas por la cantidad de agroquímicos aplicados (KLINGEN Y HAUKELAND, 2006 ; QUESADA-MORAGA *ET AL* ., 2007 ; JABBOUR Y BARBERCHECK, 2009 ; OLIVEIRA *ET AL* ., 2013).

Se han desarrollado algunas bacterias entomopatógenas para el control de plagas de insectos a escala comercial; de ellas, destacan las subespecies de *Bacillus thuringiensis, Lysinibacillus sphaericus* Neide, 1904*, Paenibacillus* spp. y *Serratia entomophila* Grimont. *B. thuringiensis kurstaki* es la más utilizada para el control de insectos plaga de cultivos y bosques. *B. thuringiensis israelensis* y *L. sphaericus de B. thuringiensis* son las principales subespecies utilizadas para el control de plagas de importancia médica (PONCE ET AL., 2003). Estos patógenos combinan las ventajas de los pesticidas químicos y los agentes de control biológico: son de acción rápida, fáciles de producir a un costo relativamente bajo, fáciles de formular, tienen una larga vida útil y permiten el suministro por medio del uso de equipos de aplicación convencionales y sistemas sistémicos; es decir, en plantas transgénicas (DE LA ROSA ET AL., 2005; CAMACHO ET AL., 2017; GARCÍA ET AL., 2018).

En Brasil, uno de los principales programas de control biológico de plagas con hongos entomopatógenos se refiere al uso de *M. anisopliae* en el control de *Mahanarva fimbriolata* (Stäl)(Hemiptera: Cercopidae), en el cultivo de caña de azúcar. Estaestrategia de investigación se ha empleado a gran escala durante varios años, obteniendo resultados

satisfactorios, con informes de uso en aproximadamente un millón de hectáreas en 2008 (ZENGZHI et al., 2010). Según Parra (2014), el uso estimado de *M. anisopliae* en el cultivo de caña de azúcar se enumera alrededor de dos millones de hectáreas anuales.

Por consiguiente este entomopatógeno ha sido estudiado durante más de 60 años, inicialmente centrado en el control de *M. posticata* (Stäl)(Hemiptera: Cercopidae),porémactualmente dirigida a *M. fimbriolata,*debido a los cambios en el proceso de cosecha de la caña de azúcar, que llevaron a un mayor desarrollo de esta especie en este cultivo, convirtiéndose en un grave problema en varias regiones del estado de São Paulo (BATISTAFILHO, 2016). Todo este proceso se inició a partir de la investigación básica de cara a la obtención de aislados *M. anisoplias* con alta virulencia a *M. fimbriolata*, culminando en la selección del aislado IBCB 425, que actualmente es utilizado por muchas empresas para la producción de hongos entomopatógenos en Brasil (BATISTAFILHO, 2016).

El ejemplo anterior configura muy bien los primeros pasos para el inicio de la implementación del manejo integrado de una determinada plaga agrícola, orientado mediante el uso del control microbiano con hongos entomopatógenos. La alta biodiversidad de estos entomopatógenos, evidenciada en diferentes tipos de ecosistemas, proporciona periódicamente el descubrimiento de nuevos aislados, a través de técnicas de prospección. A partir de entonces, la evaluación de la virulencia de estos aislados, realizada a través de bioensayos de laboratorio, invernadero y campo, puede ser determinante en el éxito del desarrollo de nuevos programas biológicos de control de plagas y también en la formulación de nuevos productos biológicos comerciales, aumentando el portafolio ofrecido por el mercado agrícola.

Agregando a lo anterior, la prospección de un hongo entomopatógeno puede orientarse mediante el uso de métodos de aislamiento del suelo, caracterizados mediante el uso de medios de cultivo seleccionados a ciertos hongos entomopatógenos y también por el método del insecto de cebo, principalmente a través de las especies *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) y *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) (MEYLING, 2007; RAMOS et al., 2017). Además de este sustrato, estos entomopatógenos se pueden encontrar en las raíces y otras partes de una planta, de manera endófita, y también en insectos y ácaros atacados naturalmente por el proceso de epizootias (MEYLING; EILENBERG, 2007; VIDAL; JABER, 2015; RAMOS et al., 2017).

Como forma de identificar estos entomopatógenos aislados por prospección, las técnicas moleculares se han convertido en metodologías de uso frecuente, y a menudo solo el aspecto morfológico (tamaño y forma de las estructuras reproductivas) no es suficiente para la diferenciación entre aislados (NEUVEGLICE et al., 1994; MITINA et al., 2008; MEYLING et al., 2012). El uso de marcadores moleculares y el análisis de secuencias de ADN de estos microorganismos entomopatógenos son estrategias importantes para analizar el polimorfismo entre diferentes especies y/o aislamientos de hongos entomopatógenos,con

el objetivo de investigar las posibles correlaciones entre estos genotipos y el origen geográfico, la patogenicidad y el rango del huésped (CRAVANZOLA et al., 1997; AQUINO et al., 2003; RAMOS et al., 2017).

Entre los hongos entomopatógenos, *B. bassiana* ha sido el principal microorganismo aislado de muestras de suelo obtenidas de ambientes agrícolas, y este género es ampliamente estudiado en diferentes ecosistemas relacionados con los trópicos, incluyendo América Latina (REHNER et al., 2006; MEYLING et al., 2011). El entomopatógeno *M. anisopliae* ha sido aislada, en la mayoría de los casos, de suelos de áreas no agrícolas (MEYLING et al., 2011), y se reporta que el *género Metarhizium* utiliza el suelo como sustrato importante para su persistencia durante un largo período de tiempo (KLINGEN; HAUKELAND, 2006). Muchos estudios también han demostrado que existe una asociación importante entre *Metarhizium* spp. y el sistema radicular de muchas especies de plantas, lo que garantiza mejoras en la persistencia en los suelos, la transferencia de nutrientes a las plantas y un altopotencial de control de plagas (HU; ST. LEGER, 2002; FISHER et al., 2011; BEHIE; BIDOCHKA, 2014; KEYSER et al., 2014).

Un estudio de prospección de hongos entomopatógenos realizado en diferentes sistemas ecológicos en Saltillo,México, fue capaz de aislar cepas 93 b. *bassia*en y 24 cepas de *M. anisopliae,*demostrando la alta biodiversidad de entomopatógenos en esta localidad, en la cual, algunos aislados de *B. bassiana* fueron capaces de causar hasta un 88% de mortalidad de *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae),mientras queciertos aislados de ambos entomopatógenos fueronreesposables al causar hasta un 75% de mortalidad de ninfas de mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) (SÁNCHEZ-PEÑA et al., 2011). En una encuesta también realizada en México, más específicamente en el estado de Guanajuato, Pérez-González et al. (2014), 36 cepas de B fueron capaces de aislar 36 cepas de *suelos agrícolas. bassiana,*además de los hongos entomopatógenos *Beauveria pseudobassiana* Rehner & Humber y *Metarhizium robertsii* Bisch., Rehner & Humber. Otras especies de entomopatógenos fueronaisladas en investigaciones realizadas por Carrilo-Benítez et al. (2013), quienes pudieron identificar *Metarhizium pingshaense* Chen & Guo entre los microorganismos obtenidos en el estudio.

En Brasil, en un fragmento de bosque del bosque atlántico ubicado en este de Río de Janeiro, Mora et al. (2016) 216 cepas de hongos entomopatógenos B. *bassiana* y *M. anisopliae,* siendo la técnica del insecto cebo la mejor estrategia para el aislamiento de estos microorganismos en comparación con la técnica de cultivo selectivo de uso medio. En otro estudio realizado en Brasil, Rocha et al. (2013) se pudieron obtener 107 aislados de hongos entomopatógenos en suelos cerrados del estado de Goiás, demostrando además la gran variabilidad genética para este bioma brasileiro.

En cultivos comerciales, López et al. (2013a) la presencia de cepas M. *anisopliae* y *B. bassiana* en 7 y 41% de las muestras de suelo analizadas en cultivo de banano, respectivamente, corroborando en 21 aislados de *B. bassiana* y cuatro aislados de *M.*

anisopliae. Sin embargo, los autores estiman que todos estos aislados presentan baja virulencia en relación con *los adultos de Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleoptera: Curculionidae). En el cultivo de soja, Lopes et al. (2013b) fueron capaces de identificar *aislados robertsii* en adultos *de Phyllophaga capillata* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae), que contribuyó a la reducción natural de la densidad de población de esta plaga en dicho cultivo agrícola.

Todos estos factores contribuyen a la comprensión de todas las dinámicas frente a la diversidad de hongos entomopatógenos para diferentes tipos de ecosistemas, y que a través de la dirección de la investigación pueden contribuir a los programas de control biológico de plagas (SUN; LIU, 2008). Dentro de esta premisa, la biodiversidad de estos hongos entomopatógenos puede verse afectada por una serie de factores bióticos y abióticos, como las condiciones climáticas, el ecosistema, el tipo de suelo, la elección de la estrategia de conducción de un cultivo determinado (orgánico o convencional), los tratamientos culturales realizados, las especies vegetales y el propio método de prospección de un entomopatógeno (QUESADA-MORAGA et al., 2007; MEYLING, 2007; JABBOUR, 2010. BARBERCHECK, 2009; OLIVEIRA et al., 2013; RAMOS et al., 2017).

En cuanto al hecho climático, la temperatura, la humedad y la radiación solar son las principales limitaciones para la supervivencia de las estructuras reproductivas de los hongos entomopatógenos en el ecosistema, además de su capacidad de propagación e infección en el huésped (BUGEME et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2016). La radiación solar ha sido considerada muy importante bajo el aspecto de interferencia negativa en el tamaño de las poblaciones de hongos entomopatógenos en el campo, también ligada a la reducción del poder de diseminación de algunas especies en el ecosistema (WRAIGHT et al., 2007).

La radiación solar compite en radiación electromagnética a diferentes longitudes de onda, la más dañina para los hongos entomopatógenos por la radiación ultravioleta, que se produce en tres espectros: UV-C (100-280 nm), UV-B (280-315 nm) y UV-A (315-400 nm). Esta radiación electromagnética puede causar daño directo a los entomopatógenos, inactivando las estructuras reproductivas, y también puede causar efectos letales sobre el ADN y mutaciones, además de daños indirectos, como la desecación de conidios y el posterior problema de germinación delos mismos (NICHOLSON et al., 2000; BRAGA et al., 2001a; RANGEL et al., 2006; CHELICO; KHACHATOURIANS, 2008). Según Fernandes et al. (2007), la susceptibilidad de los hongos entomopatógenos a la radiación ultravioleta puede variar entre diferentes especies, pero también entre aislados de la misma especie.

Otro factor muy importante con respecto a la viabilidad de las estructuras reproductivas de un entomopatógeno en relación con la radiación electromagnética es consistente con su origen geográfico, en el que Braga et al. (2001b) afirmó que existe una correlación inversa entre la tolerancia de los conidios de los aislados de M. *anisoplian* la UV-B y el origen geográfico (latitud) de estos, siendo esta una forma de presión de selección dirigida a la supervivencia de estos entomopatógenos en los diferentes ecosistemas, y contribuyendo

en gran medida a la biodiversidad. La relación entre la región de origen del entomopatógeno y la resistencia a la radiación electromagnética también fue reportada por Fargues et al. (1996), en el que los autores observaron que los *aislados de Isaria fumosorosea* Wize de regiones tropicales eran más resistentes a la radiación solar en comparación con los de una región de clima templado.

El tipo de ración electromagnética también puede interferir con el grado de viabilidad de las estructuras reproductivas de un hongo entomopatógeno, según lo informado por Fargues et al. (1997), demostrando que conidio. *Los fumosorosas* son más susceptibles a la radiación UV-B cuando comparados a UV-A. Además del tipo de radiación, el tiempo de exposición puede afectar significativamente la supervivencia del entomopatógeno (ROJAS, 2015).

La reducción de la viabilidad de los conidios de *los aislados M. anisopliae* y *B. Bassiana* cuando se expone a la radiación solar del airees progresiva principalmente con respecto al período de exposición, como se evidencia en la investigación realizada por Oliveira et al. (2016). También según estos autores, la viabilidad de M conidio. *anisopliae* fue inferior al 10% después de un período de tres horas de exposición de estas estructuras reproductivas bajo irradiación entre 680 y 800 Wm$^{-2,}$, mientras que la viabilidad de los conidios B. *bassiana* fue del 15% después de tres horas de irradiación de 750 Wm$^{-2.}$ Con respecto a la radiación ultravioleta, Oliveira et al. (201) 6) observó una reducción superior al 50% en la germinación de m conidios. *anisopliae* y *B. bassiana* tras un minuto de exposición, y prácticamente inviabilidad de las estructuras reproductivas tras cinco minutos de contacto con dicha radiación germicida, demostrándola importancia de este factor abiótico respecto al desarrollo de entomopatógenos.

En muchos estudios, tanto para *los géneros Metarhizium como*, *beauveria,* los resultados mostraron una gran reducción en la viabilidad de las estructuras reproductivas cuando se exponen al diamento solar, con una marcada disminución de este parámetro reproductivo por el aumento del período de exposición, ocurriendo en muchos casos la inactivación de los conidios (INGLIS et al., 1995; MORLEY-DAVIES et al., 1996; CAGÁN; SVERCEL, 2001; FERNANDES et al., 2007).

La tinción del hongo entomopatógeno es otra característica que puede intervenir en la sensibilidad del microorganismo a la radiación electromagnética. Según Eijk et al. (1979), los hongos de color más oscuro pueden ser menos sensibles a la radiación en comparación conlos de pigmentación más clara, un hecho que debe estar estrechamente relacionado con la presencia de carotenoides en su estructura celular, con el fin de garantizar la protección contra este factor abiótico. En un estudio realizado por Ignoffo & Garcia (1992), los autores mostraron una mayor tolerancia de las estructuras reproductivas de *Aspergillus niger* Tieghem a la radiación ultravioleta en comparación con *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *M. rileyi* (Farlow)(Kepler, Humber, Bischoff, Rehner),debido básicamente asuoración más oscura.

Estudios con *M. las anisoplias,* cuyos conidios tienen pigmentación verde oscuro, mostraron una menor sensibilidad a la radiación solar y también a la radiación ultravioleta, especialmente en comparación con *B. bassiana,* cuya coloración es blanca, que puede e influye en la inactivación de los conidios por radiación electromagnética (IGNOFFO; GARCÍA, 1992; BRAGA et al., 2006; RANGEL et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2016).

También de acuerdo con factores abióticos, la temperatura también puede considerarse como limitante del desarrollo de hongos entomopatógenos, con el fin de intervenir en el proceso de germinación de las estructuras reproductivas de estos microorganismos, principalmente en lo que respecta a la producción de enzimas y toxinas (ALVES; LEUCONA, 1998; DEVI et al., 2005; RANGEL et al., 2005; FERNANDES et al., 2008.

Para la mayoría de las especies de hongos entomopatógenos, la temperatura óptima de desarrollo y reproducción está entre 20 y 25 ° C, con un máximo de alrededor de 35 ° C y un mínimo de 5 ° C (WRAIGHT et al., 2007). Sin embargo, las estructuras reproductivas de estos microorganismos pueden sobrevivir a temperaturas muy bajas, con varios informes de la prospección de entomopatógenos en regiones polares, como los aislados B. *bassiana* y *M. anisopliae* (RODDAM; RATH, 1997; CROOS, CROOS. BIDOCHKA, 1999; MAHANEY et al., 2001). En cuanto a las altas temperaturas, Wraight et al. (2007) se informó que algunas especies de hongos entomopatogénicos pueden tolerar temperaturas de hasta 40 ° C, pero por un corto período de tiempo.

Para el hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, Lanza et al. (2009) encontró que la variación de temperatura entre 21 y 27 ° C era ideal para el desarrollo del entomopatógeno, mientras que las temperaturas superiores a 30 ° C dificultaban el crecimiento y la supervivencia del microorganismo. A temperaturas de 24,5 y 31°C, la germinación de M conidia. *anisopliae* estuvo por encima del 98%, pero con una reducción significativa en la germinación y estas estructuras reproductivas fueron expuestas a una temperatura de19.5° C (OLIVEIRA et al., 2016). En relación con el entomopatógeno *B. bassiana,* hubo mayor germinación de las estructuras reproductivas en condiciones de temperatura media superior a 23,8°C, pero con reducción drástica del proceso de germinación cuando la temperatura media era cercana a los20°C (OLIVEIRA et al., 2016). Según Iskandarov et al. (2006), el rango térmico entre 20º a 35°C es ideal para el mejor rendimiento reproductivo de *B. bassiana* y *M. anisopliae*.

El mejor rango de temperatura para el desarrollo de 37 *I aislados. fumosorose a* better 1997(VIDAL et al. 1997). A *I. lilacinus* (Thom) Samson, la mejor temperatura para el desarrollo completo en condiciones de trabajo fue de22.5 ° C, mientras que la temperatura de 25 ° C fue la mejor en comparación con el aspecto de eficiencia de la infección del huésped (CADIOLI et al., 2007). El mejor desarrollo de aislados de *L. lecanii* estaba entre 19 y 25°C, y los mismos fueron inactivados a 31°C (MONTEIRO et al., 2004). La mejor gama de desarrollo *l. lecanii* estuvo entre 23 y 28°C, con mejor producción de biomasa a 24°C,

mientras que el conidio génesis fue más eficiente entre 23 y 25°C, pero con inactivación de la síntesis de estructuras reproductivas a 30°C (LIET et al., 1991; VERHAAR; HIJWEGEN, 1993; HANLON et al., 1994).

Dentro de la misma especie de hongo entomopatógeno, la variabilidad puede ocurrir en la tolerancia a altas temperaturas, según lo informado por Constanski et al. (2011) a *B. bassiana*, en la que, de los 15 aislados probados, las tres plumas pudieron multiplicarse a temperaturas más altas, pero ningún aislado pudo desarrollarse a temperaturas superiores a35 ° C.

Es importante tener en cuenta que muchas cepas de *B. Bassiana* se han prospectado a partir de insectos presentes en suelos de regiones tropicales, cuyos conidios han mostrado mayor tolerancia a temperaturas más altas (McCOY et al., 1988), demostrando que la sensibilidad de un aislado de hongo entomopatógeno a una determinada temperatura puede estar estrechamente relacionada con su origen geográfico. En este sentido, los aislados prospectados desde regiones de origen tropical pueden presentar menor sensibilidad a altas temperaturas en comparación con los aislados de hongos prospectados desde regiones templadas. Rangel et al. (2005) evidenciado que loslados iso de *M. las anisoplias* de latitudes más altas son más sensibles a las altas temperaturas en comparación con las prospectadas desde las regiones ecuatoriales. Según Oliveira et al. (2016), el uso de *aislados B. Bassiana* de regiones tropicales puede presentar baja eficiencia como agentes biológicos de control de plagas si se utilizan en otoño e invierno, dada la baja temperatura, lo que puede dificultar el proceso de germinación.

Además de la alta virulencia de un hongo entomopatógeno, combinada con la gran producción de estructuras reproductivas, la selección de aislados también debe basarse en la resistencia del microorganismo en relación con la radiación ultravioleta y la temperatura (FERNANDES et al., 2008; ROJAS, 2015), como una forma de posibilitar una mayor persistencia del entomopatógeno en el agroecosistema, y estos factores son cruciales en la elección de hongos entomopatógenos dentro de los programas biológicos de control de plagas.

Aliada a estas estrategias de selección de los hongos entomopatógenos mejor aislados, la tecnología de aplicación se ha dirigido a mecanismos que promueven el aumento de la resistencia de estos microorganismos a condiciones abióticas, basados en cuestiones relacionadas con la formulación de productos biológicos. Según las tecnologías, la formulación del aceite ha presentado resultados satisfactorios en la protección contra agentes abióticos, principalmente contra la radiación ultravioleta y las altas temperaturas (MOORE et al., 1993; STATHERS et al., 1993; McCLATCHIE et al., 1994; INGLIS et al., 1995; ALVES et al., 1998). Según OLIVEIRA et al. (2009), las estructuras reproductivas de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. las anisoplias* permanecieron con una viabilidad superior al 85% incluso después de seis horas de exposición a temperatura de 36°C, cuando fueron formuladas en aceite emulsionable, mostrando el efecto protector a

los efectos adversos de la temperatura.

Muchos estudios se han dirigido a estrategias de micro encapsulación de hongos entomopatógenos, como una forma de prolongar la viabilidad de las estructuras reproductivas del hongo entomopatógeno en condiciones de campo (ALMEIDA et al., 2008). En este contexto, la dirección inicial debe basarse en la compatibilidad del entomopatógeno con el polímero responsable del recubrimiento del microorganismo, y luego se desarrollan trabajos para ayudar en la toma de decisiones sobre qué polímero es mejor adoptar, con el objetivo de mantener la viabilidad de los conidios y también la alta eficiencia del control de plagas (RODRIGUES et al., 2017).

La humedad es también un factor limitante importante en la germinación de las estructuras reproductivas, el crecimiento del hongo entomopatógeno, la esporulación y la viabilidad de los conidios en el suelo, requiriendo alta humedad para iniciar una enfermedad epizoótica natural (FERRON, 1977; STUDDERT et al., 1990; EKESI et al., 2003; JARONSKI, 2010). Según Lingg y Donaldson (1981), las temperaturas medias y los valores intermedios de saturación de agua del suelo pueden favorecer la viabilidad de los conidios. Sin embargo, la alta saturación de agua en el suelo puede reducir la supervivencia de las estructuras reproductivas de los hongos entomopatógenos, especialmente cuando se combina con altas temperaturas (STUDDERT; KAYA, 1990). Según Li y Holdom (1993), la alta humedad puede afectar sustancialmente el proceso de esporulación del hongo, interfiriendo en el ciclo de desarrollo del entomopatógeno en relación con su huésped.

La diversidad de hongos entomopatógenos en un ecosistema determinado puede estar condicionada a la humedad del referida la región geográfica, especialmente la relacionada con el suelo, que se considera un sustrato importante de estos microorganismos, con el fin de garantizar su estabilidad (KRUEGER; ROBERTS, 1997; Keller; BIDOCHKA, 1998). Según Lanza et al. (200 9), el crecimiento del hongo entomopatógeno *M. las anisoplias* se favorecieron en suelos con un contenido de humedad del 65%, pero con un desarrollo más lento y una mayor estabilidad de los conidios en el tiempo en suelos cuya saturación de agua fue del 35 y 100%.

En este contexto, se enfatiza la importancia de los hongos entomopatógenos en el control de plagas agrícolas, con el fin de caracterizar brevemente la biodiversidad inexplorada de entomopatógenos en las diferentes regiones tropicales del globo terrestre, en contraste con el limitado número de especies y aislamientos de hongos entomopatógenos actualmente comercializados, lo que plantea un gran desafío para la investigación tropical en términos de nuevas cepas con potencial y viabilidad comercial en relación con los programas de manejo de plagas.

Ligado a esta búsqueda de nuevas cepas, basadas en limitaciones climáticas condicionadas principalmente por la temperatura, la humedad y la radiación solar, el reto es la selección de aislados menos sensibles acondiciones abióticas adversas, además de la búsqueda de innovaciones en cuanto al uso o aplicación de hongos entomopatógenos

para los diferentes sistemas agrícolas de condición tropical, basados en el uso de nuevas tecnologías y cambios metodológicos aún adoptados dentro de las premisas previamente establecidas de cara a las técnicas de aplicación de estos entomopatógenos.

REFERÊNCIA

ALBUQUERQUE, E. A. M; ALBUQUERQUE, E. H. M. Hongos Entomopatógenos: Importante Herramienta Para el Control de “Moscas Blancas” (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE). **Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**. v5, n6, p.209-242, 2009.

ALI, S. M. S.; MARA, A. B. AND JAMOUS, R. M. Distribution, occurrence and characterization of entomopathogenic fungi in agricultural soil in the Palestinian area. Mycol. Appl. 156(3):235-244. 2002.

ALMEIDA, J. E.M.; BATISTA FILHO, A.; ALVES, S.B.; LECHE, L. G.; NEVES, P.M. J. O. Formulación de entomopatógenos en América Latina. En ALVES, S.B.; LOPES, R.B. (Eds.). **Control microbiano de plagas en América Latina.** Piracicaba: Fealq,2008. p. 257-277.

ALVES, R. T.; BATEMAN, R. P.; PRIOR, C.; LEATHER, S. R. Efecto de la radiación solar simulada sobre la germinación conidial de *Metarhizium anisopliae* en diferentes formulaciones. **Protección de**Cultivos, v. 17, p. 675-679, 1998.

ALVES, S.B. **Control microbiano de insectos.** Piracicaba: FEALQ, 1998, 1163 p.

ALVES, S.B.; LECUONA, R. E. Epizootiologia aplicada al control microbiano de insectos. En: ALVES, S.B. (Ed.). **Control microbiano de insectos.** Piracicaba: FEALQ.

AQUINO, M.M.; MEHTA, S.; MOORE, D. 2003. El uso del polimorfismo de longitud de fragmento amplificado para el análisis molecular de aislados de *Beauveria bassiana* de Kenia y otros países, y su correlación con el huésped y el origen geográfico. **FEMS Microbiology letters**,v. 229, p. 249 – 257, 2003.

ARAHANA, V.; BASTIDAS, N.; TORRES, M. L.; GONZÁLEZ, P. La diversidad genética de una colección de hongos entomopatógenos de Ecuador utilizó un enfoque AFLP modificado. **Avances,** v. 5, p. B49-B57, 2013.

BATISTA FILHO, A. **Inimigos naturais** – hongos entomopatógenos. ¿Disponible en:http://www.sica.bio.br/guiabiologico/busca_inimigos_resultado_ok.php? Id=9&Vlt=2. Acceso el 13 de diciembre. Año 2017.

BEHIE, S.W.; BIDOCHKA, M. J. Ubicuidad de la transferencia de nitrógeno derivado de insectos a las plantas por hongos endófitos insectopatógenos: una rama adicional del ciclodel nitrógeno del suelo. **Microbiología Aplicada** y **Ambiental,** v. 80, p. 1553-1560, 2014.

BRAGA, G. U. L.; FLINT, S. D.; MESSIAS, C. L.; ANDERSON, A. J.; ROBERTS, D. W. Efectos de la irradiancia UV-B sobre conidios y germinantes del entomopatógeno Hyphomycete *Metarhizium anisopliae:* un estudio de reciprocidad y recuperación. **Fotoquímica y Fotobiología,** v. 73, p. 140-146, 2001a.

BRAGA, G. U. L.; FLINT, S. D.; MILLER, C. D.; ANDERSON, A. J.; ROBERTS, D. W. Variabilidad en respuesta a UV-B entre especies y cepas de *Metarhizium* aisladas de sitios en latitudes de 61°N a 54°S. **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 78, p. 98-108, 2001b.

BRAGA, G. U.; RANGEL, D. E.; FLINT, S. D.; ANDERSON, A. J.; ROBERTS, D. W. La pigmentación conidial es importante para la tolerancia contra la radiación simulada por el solar en el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae.* **Fotoquímica y Fotobiología,**v. 82, p. 418-422, 2006.

BUGEME, D.M.; MANIANIA, N. K.; KNAPP, M.; BOGA, H. I. Efecto de la temperatura sobre la virulencia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* aislados a *Tetranychus evansi*. **Acarología Experimental** y **Aplicada,** v. 46, p. 275-285, 2008.

CADIOLI, M.C.; SANTIAGO, D.C.; HOSHINO, A. T.; HOMECHIN, M. Crecimiento micelial y parasitismo *de Paecilomyces lilacinus* sobre huevos de *Meloidogyne paranaensis* a diferentes temperaturas "in vitro". **Ciencia y Agrotecnología,**v. 31, p. 305-311, 2007.

CAGÁN,L.; SVERCEL, M. La influencia de la luz ultravioleta en la patogenicidad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el barrenador europeo del maíz, *Ostrinia Nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Central European Agriculture**,v. 2,p. 228-232, 2001.

CAMACHO M., R., E. M. AGUILAR M., H. QUEZADA, O. MEDINA C., G. PATINO L., H. M. CÁRDENAS C. AND R. RAMOS P. Characterization of Cry toxins from autochthonous *Bacillus thuringiensis* isolates from Mexico. Boletín Médico del Hospital Infantil de México. 74 (3): 193-199. Doi:10.1016/. 2017.

CARRILLO-BENÍTEZ, M. G.; GUZMÁN-FRANCO, A. W.; ALATORRE-ROSAS, R.; ENRÍQUEZ-VARA, J. N. Diversidad y estructura genética poblacional de patógenos fúngicos que infectan larvas de grub blanco en suelos agrícolas. **Ecología microbiana,** v. 65, p. 437–449, 2013.

CARSON, R. **Primavera silenciosa.** Houghton Mifflin, Boston, MA, EE.UU., 1962. 359 p.

CHELICO, L.; KHACHATOURIANS, G. G. Aislamiento y caracterización de la escisión de nucleótidos reparación deficiente de mutantes del hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana.* **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 98, p. 93-100, 2008.

CONSTANSKI, K.C.; NEVES, P.M. O. J.; NOGUEIRA, L.M.; SANTORO, P. H.; AMARO, J. T.; ZORZETTI, J. Selección y evaluación de la virulencia de *aislados de Beauveria bassiana* (Bals.) Sr. Vuill. sometido a diferentestemperaturas. **Semina:** Ciencias Agrarias, v. 32, p. 875-882, 2011.

COUTINHO, P, M. Manejo Integrado de Pragas. 2010. 146 f. Professor Associado de Entomologia Departamento de Biologia Animal- Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

CRAVANZOLA, F.; PIATII, P.; PUENTE, P.; OZINO, O. Detección de polimorfismo genético por RAPD-PCR en cepas del hongo entomopatógeo *Beauveria brongniartii* aislado del cockchafer europeo (*Melolontha* spp.). **Letters in Applied Microbiology,**v. 25, p. 289 – 294, 1997.

Dayan, F. E.; Rimando, A. M.; Zhiqiang, P.; Baerson, S. R.; Gimsing, A. L. and Duke, S. O. Sorgoleone. Phytochem. 71(10):1032-1039. 2010.

DE LA ROSA, W., M. FIGUEROA AND J. E. IBARRA. Selection of *Bacillus thuringiensis* strains native to Mexico and active against the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Vedalia 12 (1): 3-9. 2005.

DEBACH, P. Control biológico de plagas de insectos y malezas. Nueva York: Reinhold, 1964. 844 págs, 2010.

DEVI, K. U.; SRIDEVI, V.; MOHAN, C.M.; PADMAVATHI, J. Efecto de la alta temperatura y el estrés hídrico sobre la germinación *in vitro* y el crecimiento en aislados del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 88, p. 181-189, 2005.

EKESI, S.; MANIANIA, N. K.; LUX, S. A. Efecto de la temperatura y humedad del suelo sobre la supervivencia e infectividad de *Metarhizium anisopliae* a cuatro puparias tefrítidas de mosca de la fruta. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 83, n.2, p.157-167, 2003.

FADAYIVATA, S.; MORAVVEJ, G.; KARIMI, J. Patogenicidad del hongo *Lecanicillium longisporum* contra *Sipha maydis* y *Metopolophium dirhodum* en condicionesde laboratorio. **Journal of Plant Protection Research**,v. 54, p. 67-73, 2014.

FARGES, J.; ROUGIER, M.; GOUJET, R.; SMITS, N.; COUSTERE, C.; ITIER, B. Inactivación de conidios de *Paecilomyces fumosoroseus* por radiación ultravioleta cercana (UVB y UVA) y visible. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 69, p. 70-78, 1997.

FARGUES, J.; GOETTEL, M. S.; SMITS, N.; OUEDRAOGO, A.; VIDAL, C.; LACEY, L. A.; LOMER, C. J.; ROUGIER, M. Variabilidad en la susceptibilidad a la luz solar simulada de conidia entre aislados de hyphomycetes entomopatógenos. **Mycopathologia**, v. 135, p. 171–181, 1996.

FARIA, M.; WRAIGHT, S. Mycoinsecticides and mycoacaricides:una lista completa con cobertura mundial y clasificación internacional de tiposde formulación. **Control Biológico,** v. 43, p. 237–256, 2007.

FERNANDES, E. K. K.; RANGEL, D. E. N.; MORAES, A.M. L.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; ROBERT, D. W. Variabilidad en la tolerancia a la radiación UV-B entre *Beauveria* spp. aislados. **Revista** de Patología **de Invertebrados,** v. 96, págs. 237-243, 2007.

FERNANDES, E. K. K.; RANGEL, D. E. N.; MORAES, A.M. L.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; ROBERTS, D. W. Actividad en frío de *Beauveria* y *Metarhizium,* y termotolerancia de *Beauveria.* **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 98, p. 69-78, 2008.

FERRON, P. Influencia de la humedad relativa en el desarrollo de la infección fúngica causada por *Beauveria bassiana* [Fungi Imperfecti, Moniliales]enimagines de *Acanthoscelides obtectus* [Col.: Bruchidae]. **Entomophaga**, v. 22, p. 393-396, 1977.

FISHER, J. J.; REHNER, S. A.; BRUCK, D. J. Diversidad de rizosfera asociada a hongos entomopatógenos de hierbas perennes, arbustos y árboles coníferos. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 106, p. 289–295, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R. P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomología Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 págs.

GARCÍA R., A., A. REYES R., E. RUÍZ S. Y J. E. IBARRAAislados nativos de del sureste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas . 9(3): 539- 551. Doi: 10.29312/remexca.v9i3.1213. 2018.

GONZALEZ BACA, GUADALUPE ET AL. Abundancia y distribución de hongos entomopatógenos en diferentes localidades y ambientes del sur de Tamaulipas. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]., vol.10, n.3 [citado 2021-10-12], pp.669-681. 2019.

HAJEK, A. E.; ST. LEGER, R. J. Interacciones entre patógenos fúngicos y huéspedes de insectos. **Annual Review of Entomology**,v. 39, p. 293-322, 1994.

HANLON, G. W.; KOOLOOBANDI, A.; HUTT, A. J. Metabolismo microbiano del ácido 2-arypropiónico: efecto del medio ambiente sobre el metabolismo del ibuprofeno por *Verticillium lecanii*. **Journal of Applied Bacteriology,**v. 76, p. 442-447, 1994.

HU, G.; ST LEGER, J. Estudios de campo utilizando un micoinsecticidas recombinante (*Metarhizium anisopliae*) revelan que es competenteen la rizosfera. **Microbiología Aplicada y** Ambiental, v. 68, p. 6383-6387, 2002.

IGNOFFO, C.M.; GARCIA, C. Influencia del color conidial en la inactivación de varios hongos entomógenos (Hyphomycetes) por la luz solar simulada. **Entomología**Ambiental, v. 21, p.913-917, 1992.

INGLIS, G.D.; GOETTEL, M.S.; JOHNSON, D.L. Influencia de los protectores de la luz ultravioleta en la persistencia del hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana.* **Control Biológico,** v. 5, p. 581-590, 1995.

ISKANDAROV, ESTADOS UNIDOS; GUZALOVA, A.G.; DAVRANOV, K. D. Efectos de la composición del medio nutriente y la temperatura sobre la germinación de los conidios y la actividad entomopatógena de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae.* **Bioquímica** Aplicada **y Microbiología,**v. 42, p.72-76, 2006.

JABBOUR, R.; BARBERCHECK, M. E. Efectos del manejo del suelo sobre hongos entomopatógenos durante la transición a la agricultura orgánica en una rotación de granos forrajeros. **Control Biológico,** v. 51, p. 435–443, 2009.

JARONSKI, S. T. Factores ecológicos en la inundación de entomopatógenos fúngicos. **BioControl,**v. 55, p. 159-185, 2010.

KELLER, L.; BIDOCHKA, M. J. Hábitat y diferencias temporales entre los conjuntos de microfúngicos del suelo en Ontario. **Canadian Journal of Botany**,v. 76, p. 1798-1805, 1998.

KEYSER, C. A.; THORUP-KRISTENSEN, K.; MEYLING, N. V. El tratamiento de semillas de *Metarhizium* media la dispersión de hongos a través de las raíces e induce infecciones en insectos. **Ecología fúngica,** v. 11, p. 122–131, 2014.

KIM J. J., GOETTEL M. S., GILLESPIE D. R. Evaluación de *Lecanicillium longisporum*, Vertalec para la supresión simultánea del pulgón del algodón , *Aphis gossypii*, y pepino oídio , *Sphaerotheca fuliginea*, en maceta pepinos. **Control Biológico,** v. 45, p. 404–409, 2008.

KIM J. J., GOETTEL M. S., GILLESPIE D. R. Potencial de las especies de *Lecanicillium* para el control microbial dual de los áfidos y el hongodel oídio del pepino, *Sphaerotheca fuliginea.* **Control Biológico,** v. 40, p. 327–332, 2007.

KLINGEN, I.; HAUKELAND, S. El suelo como reservorio para enemigos naturales de plagas de insectos y ácaros con énfasis en hongos y nematodos. En: EILENBERG, J.; HOKKANEN, H.M. T. (Eds.). **Un** enfoque **ecológico y social para el control biológico.** Países Bajos: Springer, p. 145–211, 2006.

KOGAN, M. Manejo Integrado de Plagas: perspectivas históricas y desarrollo contemporáneo. **Annual Review of Entomology**,v. 43, p. 243-270, 1998.

KRUEGER, S. R.; ROBERTS, D. W. Tratamiento de suelos con hongos entomopatógenos para el gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica spp.)* controllarvario . **Biological Control**, v. 9, p. 67-74, 1997.

LANZA, L.M.; MONTEIRO, A.C.; MALHEIROS, E.B. *Sensibilidad de Metarhizium anisopliae* a la temperatura y la humedad en tres tipos de suelos. **Ciencia Rural,**v. 39, p.6-12, 2009.

LI, D. P.; HOLDOM, D. G. Efecto del potencial matricial del suelo sobre la esporulación y la supervivencia conidial de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 62, p. 273-277, 1993.

LI, G.; YUHUA, Y.; LIYING, W. Influencia de la temperatura y la nutrición en el crecimiento del hongo entomopatógeno, *Verticillium lecanii* (cepa de Beijing). **Chinese Journal of Biological Control,**v. 7, p. 115-119, 1991.

LINGG, A. J.; DONALDSON, M. D. Biótico y un factor biótico que afecta laestabilidad de *Beauveria bassiana* conidia en el suelo. **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 38, p. 191-200, 1981.

LOPES, R.B.; MESQUITA, A. L.M.; TIGANO, M. S.; SOUZA, D. A.; MARTINS, I.; FARIA, M. Diversidad de *beauveria* indígenas y *metarhizium* spp. en un campo comercial de banano y su virulencia hacia *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Ecología Fúngica,** v. 6, p. 356–364, 2013a.

LOPES, R.B.; SOUZA, D. A.; OLIVEIRA, C.M.; FARIA, M. Diversidad genética y patogenicidad de *Metarhizium* spp. asociado con la larva blanca *Phyllophaga capillata* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae) enun campode soja. **Entomología Neotropical,** v. 42, p. 436-438, 2013b.

McCLATCHIE, G. V.; MOORE, D.; BATEMAN, R. P.; PRIOR, C. Efectos de la temperatura sobre la viabilidad de los conidios de *Metarhizium flavoviride* en la formulación de aceite. **Investigación micológica,** v. 98, p. 749-756, 1994.

McCOY, C. W.; SANSÓN, R. A.; BOUCIAS, D.G. Hongos entomógenos. En: IGNOFFO, C.M.; MANDAVA, N.B. (Eds.). **Manual de plaguicidas naturales.** Boca, Ratón: CRC Press, 1988. p. 151-236.

MCCOY, C. W.; STUART, R. J.; DUNCAN, L. W. AND SHAPIRO-ILAN, D. Application and evaluation of entomopathogens for the control of citrus pests. *In*: Lacey, L. A.; Kaya, H. K. (Ed.). Field manual of techniques in invertebrate pathology. Springer. The Netherlands. 567-581 p. 2007.

MEYLING, N. V. **Métodos para** el **aislamiento de** hongos **entomopatógenos del medio ambiente del suelo.** Disponível em: http://orgprints.org/11200/1/11200.pdf. Acesso em 13 dez. Año 2017.

MEYLING, N. V.; EILENBERG, J. Ecología de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en agroecosistemas templados: potencal para el control biológico de la conservación. **Control Biológico,** v. 43, p. 145–155, 2007.

MEYLING, N. V.; PILZ, C.; KELLER, S.; WIDMER, F.; ENKERLI, J. Diversidad de *Beauveria* spp. los aislados forman el polen *Meligethes aeneus* en Suiza. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 109, p. 76–82, 2012.

MEYLING, N. V.; THORUP-KRISTENSEN, K.; EILENBERG, J. Abundancia y distribución por debajo y por encima del suelo de entomopatógenos fúngicos en sistemas experimentales de cultivo convencional y orgánico. **Control biológico,** v. 59, p. 180-186, 2011.

MITINA, G.; MIKHAILOVA, L.; YLI-MATTILA, T. RAPD-PCR, UP-PCR y análisis de secuencia de ADNr del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* y su patogenicidad hacia insectos y hongos fitopatógenos. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**,v. 41,p. 113-128, 2008.

MONTEIRO, A.C.; BARBOSA, C.C.; CORREIA, A.C.B.; PEREIRA, G. T. Crecimiento y esporulación de aislados de *Verticillium lecanii* bajo diferentes factores ambientales. **Brazilian Agricultural Research ,**v. 39, p. 561-565, 2004.

MOORE, D.; BRIDGE, P. D.; HIGGINS, P.M.; BATEMAN, R. P.; PRIOR, C. Daño por radiación ultravioleta a los conidios de *Metarhizium flavoviride* y a la protección que le dan los aceites vegetales y minerales y los protectores solares químicos. **Anales de Biología Aplicada,** v. 122, p. 606-616, 1993.

MORA, M. A. E.; ROUWS, J. R.C.; FRAGA, M. E. Aparición de hongos entomopatógenos en suelos de bosque atlántico. **Microbiology Discovery**, v. 4, p. 1-7, 2016.

MORLEY-DAVIES, J.; MOORE, D.; PRIOR, C. Cribado de *Metarhizium* y *Beauveria* spp. conidios con exposición a la luz solar simulada y un rango de temperaturas. **Investigación micológica,** v. 100, p. 31-38, 1996.

NEUVEGLISE, C.; BRYGOO, Y.; VERCAMBRE, B.; RIBA, G. Análisis comparativo de las características moleculares y biológicas de cepas de *Beauveria brongniartii* isolated de insectos. **Investigación micológica,** v. 98, p. 322 – 328, 1994.

NICHOLSON, W. L.; MUNAKATA, N.; HORNECK, G.; MELOSH, H. J.; SETLOW, P. Resistencia de las endosporas de *Bacillus* a ambientes extraterrestres terrestres extremos. **Microbiology and Molecular Biology Reviews,**v. 64, p. 548-572, 2000.

OLIVEIRA, D. Propuesta de protocolo **para la evaluación de la viabilidad de los conidios** de **hongos entomopatógenos** y determinación de la protección térmica **conferida a *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*** por **la formulación de aceite emulsionable.** 2009. 89f. Disertación (Maestría en Entomología). Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidad de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, I.; PEREIRA, J. A.; QUESADA-MORAGA, E.; LINO-NETO, T.; BENTO, A.; BAPTISTA, P. Efecto de la labranza del suelo en la aparición natural de entomopatógenos fúngicos asociados a *Prays oleae.* Berna. **Scientiae Horticulturae**, v. 159, p. 190–196, 2013.

OLIVEIRA, M. T.; MONTEIRO, A.C.; LA SCALA JR, N.; BARBOSA, J. C.; MOCHI, D. A. Sensibilidad de aislados de hongos entomopatógenos a la radiación solar, ultravioleta y de temperatura. **Archivos del**Instituto Biológico, v. 83, p. 1-7, 2016.

Paredes, D.; Campos, M.; Cayuela, L. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte Ecosistemas. **Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente (Ecossistemas).** v. 22, n. 1, enero-abril, 2013, pp. 56-61

PARRA, J. R. P. Control biológico en Brasil: una visión general. **Scientia Agrícola**, v. 71, págs. 345-355, 2014.

PÉREZ-GONZÁLEZ, V. H.; GÚZMAN-FRANCO, A. W.; ALATORRE-ROSAS, R.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, A.; CARRILO-BENÍTEZ, M. G.; BAVERSTOCK, J. Diversidad específica de los hongos entomopatógenos *Beauveria* y *Metarhizium* en suelos agrícolas mexicanos. **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 119, p. 54-61, 2014.

PONCE, G., A. E. FLORES, M. H. BADII, I. FERNÁNDEZ, T. GONZÁLEZ, M. L. RODRÍGUEZ Y J. A. CHIU. Evaluación de *Bacillus thuringiensis isaraelensis* (Vectobac 12 AS) sobre la población larval de *Aedes aegypti* en el área metropolitana de Monterrey N.L., México. Revista Salud Pública y Nutrición 4(3): 1-6. 2003.

QUESADA-MORAGA, E.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; MARANHAO, E. A. A.; ORTIZ-URQUIZA, A.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. Factores que afectan la aparición y distribución de hongos entomopatógenos en suelos naturales y cultivados. **Investigación micológica,** v. 111, p. 947–966, 2007.

RAMOS, Y.; PORTAL, O.; LYSOE, E.; MEYLING, N. V.; KLINGEN, I. Diversidad y abundancia de *Beauveria bassiana* en suelos, chinches apestosas y tejidos vegetales de frijol común de campos orgánicos y convencionales. **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 150, p. 114-120, 2017.

RANGEL, D. E. N.; BRAGA, G. U. L.; ANDERSON, A. J.; ROBERTS, D. W. Variabilidad en la termotolerancia conidial de aislados de *Metarhizium anisopliae* de diferentes origins geográficas. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 88, p. 116-125, 2005.

RANGEL, D. E. N.; MAYORDOMO, M. J.; TORABINEJAD, J.; ANDERSON, A. J.; BRAGA, G. U. L.; DÍA. A. W.; ROBERTS, D. W. Los mutantes y aislados de *Metarhizium anisopliae* son diversos en su relacións entre la pigmentación conidial y la tolerancia al estrés. **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 93, p. 170-182, 2006.

REHNER, S. A.; POSADA, F.; BUCKLEY, E. P.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; VEGA, F. E. Orígenes filogenéticos de *la Beauveria bassiana* africana y neotropical s.l. patógenos del barrenador de la baya del café, *Hypothenemus hampei.* **Revista** de **Patología de Invertebrados,** v. 93, p. 11–21, 2006.

ROCHA, L. F.; INGLIS, P. W.; HUMBER, R. A.; KIPNIS, A.; LUZ, C. Ocurrencia de *Metarhizium* spp. en suelosde Brasil Central. **Revista de Microbiología Básica,** v. 53, p. 251-259, 2013.

RODDAM, L. F.; RATH, A.C. Aislamiento y caracterización de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* de la isla subantártica Macquarie. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 69, p. 285-288, 1997.

RODRIGUES, I.M. W.; BATISTA FILHO, A.; GIORDANO, I.B.; DENADAE, B. E.; FERNANDES, J.B.; FORIM, M. R. Compatibility de polímeros a hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* y sus productos formulados de estabilidad. **Acta Scientiarum. Agronomía,**v. 39, p. 457-464, 2017.

ROJAS, V.M. A. **Caracterización del** hongo **entomopatógeno *Isaria fumosorose*** a para **la producción de conidios, efectos de la radiación Ultravioleta-B, alta temperatura y persistencia en formulaciones de dispersión oleosa.** 2015. 99 f. Tesis (Maestría en Entomología) – Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidad de São Paulo, Piracicaba.

SÁNCHEZ-PEÑA, S. R.; LARA, J, S-J.; MEDINA, R. F. Ocurrencia de hongos entomopatógenos de ecosistemas agrícolas y naturales en Saltillo,México, y su virulencia hacia trips y moscas blancas. **Journal of Insect Science,**v. 2, p. 1-10, 2011.

SOL, B. D.; LIU, X. Z. Ocurrencia y diversidad de fungi asociados a insectos en suelos naturales en China. **Applied and Soil Ecology**,v. 39, p. 100–108, 2008.

STATHERS, T. E.; MOORE, D.; PRIOR, C. El efecto de las diferentes temperaturas sobre la viabilidad de *Metarhizium flavoviride* conidios almacenados en aceites vegetales y minerales. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 62, p. 111-115, 1993.

STUDDERT, J. P.; KAYA, H. K. Water potencial, temperaturay recubrimiento arcilloso de *Beauveria bassiana* conidia: Efecto sobre la mortalidad de pupales de *Spodoptera exigua* en dos tipos de suelo. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 56, p. 327-336, 1990.

STUDDERT, J. P.; KAYA, H. K.; DUNIWAY, J.M. Efecto del potencial de water, la temperatura y el recubrimiento arcilloso sobre la supervivencia de *Beauveria bassiana* conidia en un suelo franco y de turba. **Journal of Invertebrate Pathology,**SanDiego, v.55, n.3, p.417-427, 1990.

TKACZUK, C; HARASIMIUK, M; BERES, P. The Effect of selected pesticides on the growth of entomopath ogenic fungi Hirsutella nodulosa and Beauveria bassiana. Journal of Ecologycal Engineering. 16: 177- 183, . 2015.

VERHAAR, M. A.; HIJWEGEN, T. Producción eficiente de fialoconidios de *Verticillium lecanii* para el biocontrol del oídio del pepino, *Sphaerotheca fuliginea.* **Netherlands Journal of Plant Pathology**,v. 99, p. 101-103, 1993.

VIDAL, C.; FARGUES, J.; LACEY, L. A. Variabilidad intraespecífica de *Paecilomyces fumosoroseus*: efecto de la temperatura sobre el crecimiento vegetativo . Revista de Patología de Invertebrados, v.70, p.18-26, 1997.

VIDAL, S.; JABER, L. R. Hongos entomopatógenos como endófitos: interacciones planta-endófito herbívoro y perspectivas de uso en el control biológico. **Current Science,**v. 109, p. 46–54, 2015.

WRAIGHT, S. P.; INGLIS, G. D.; GOETTEL, M. S. Hongos. En: LACEY, L. A.; KAYA, H. K. (Eds.) **Field manual of techniques in invertebrate pathology**.2 ed. Dordrecht: Springer, 2007. p. 223-248.

ZENGZHI, L.; ALVES, S.; ROBERTS, D.; MEIZHEN, F.; DELALIBERA JR., I.; JIAN-TANG, L.; ROGÉRIO, B.; FARIA, M.; RANGEL, D. Control biológico de insectos en Brasil y China: historia, programas actuales y razones de sus éxitos utilizando hongos entomopatógenos. **Biocontrol Ciencia y Tecnología,**v. 20, p. 117 – 136, 2010.

ZIMMERMANN, G. Revisión sobre la seguridad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Ciencia y Tecnología,**v. 17, p. 553 – 596, 2007a.

ZIMMERMANN, G. Revisión sobre la seguridad del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, p. 879 – 920, 2007b.

CAPÍTULO 23

UMA ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MEL PRODUZIDOS POR MORADORES DA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE TEFÉ-AM

Data de aceite: 01/01/2022
Data da submissão: 08/10/2021

Evillin Camille Vitória Franco da Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/0833128490177238

Francisco Rosa da Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/5901149441626006

Rinéias Cunha Farias
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/4273371910169029

Paulo Sérgio Taube Junior
Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém-PA
http://lattes.cnpq.br/9036985941582601

Ricardo Alexsandro de Santana
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/8413775403450689

Remo Lima Cunha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/4753862521881680

Laís Alves da Gama
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/3342281279510825

Leandro Amorim Damasceno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Manaus Zona Leste
Manaus-AM
http://lattes.cnpq.br/7763644248571987

Willison Eduardo Oliveira Campos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Tefé
Tefé-AM
http://lattes.cnpq.br/9527685304791547

RESUMO: O estudo teve como objetivo avaliar parâmetros de qualidade físico-química de 20 amostras de mel de diferentes localidades da região da cidade de Tefé-AM. As análises físico-químicas foram realizadas seguindo as normas do Instituto Adolf Lutz e os resultados comparados com dados do Ministério da Agricultura do Brasil (MAPA) com 100% das amostras não atendendo aos padrões para teor de umidade, porém apenas duas amostras continham valores acima do permitido para acidez e todas estão de acordo com os valores previstos para pH, ou seja, na faixa de 3-4.
PALAVRAS-CHAVE: mel, qualidade, padrão, físico-química.

AN ANALYSIS OF THE PHYSICAL-

CHEMICAL QUALITY STANDARDS OF HONEY PRODUCED BY RESIDENTS OF THE MUNICIPALITY OF TEFÉ-AM

ABSTRACT: The study aimed to evaluate physical-chemical quality parameters of 20 honey samples from different locations in the region of the city of Tefé-AM. The physicochemical analyses were carried out following the standards of the Adolf Lutz Institute and the results compared with data from the Ministry of Agriculture of Brazil (MAPA) with 100% of the samples not meeting the standards for moisture content, but only two samples had values above allowed for acidity and all are in accordance with the predicted values for pH, that is, in the range of 3-4.
KEYWORDS: honey, quality, standard, physical chemistry.

1 I INTRODUÇÃO

O mel "é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia" (MAPA, 2000).

Alguns fatores influenciam na qualidade do mel como a umidade, pois este possui em sua composição, açucares, água, compostos antioxidantes, minerais e a umidade é um fator determinante na qualidade do mel. Esse fator é preponderante em regiões de umidade elevada como o estado do Amazonas (MULLER, 2020).

A umidade, quando não controlada, pode causar a proliferação de micro-organismos, devido a fermentação do mel, alterando também alguns fatores como o pH e a acidez do produto.

Um fator de suma importância é o controle da umidade relativa do ar, devido ser um alimento higroscópico, podendo absorver elevadas quantidades de vapor de água, acarretando em alterações em suas características de acordo com o clima da localidade.

Além das condições climáticas, é importante ficar atento a outros elementos que podem interferir nos índices de umidade, como o local e tempo de armazenamento, além de equipamentos e embalagens não devidamente secas durante o processamento do mel (LUDWIG *et al*., 2020).

Devido a sua composição, o mel, que é um produto produzido naturalmente pelas abelhas, possui sabor característico e elevado valor nutricional e seu uso é relatado desde a antiguidade (RIBEIRO & STARIKOFF, 2019).

O mel é considerado uma solução concentrada de açúcares composta basicamente por açúcares simples como a glicose e frutose, além de água outros carboidratos, enzimas, proteínas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen. A legislação brasileira define que ao mel não poderá ser adicionado de açúcares e/ou outras substâncias que alterem a sua composição original a o

teor de umidade não deve ultrapassar 20%(Brasil, 2000).

No Brasil, as análises físico-químicas indicadas pela legislação para o controle de qualidade do mel puro são: umidade, acidez, cinzas, açúcares redutores e não-redutores, açúcares totais, pH, cor, sólidos insolúveis em água, atividade diastásica e hidróximetilfurfural (HMF) (Brasil, 2000).

A definição de parâmetros físico-químicos de amostras de méis é importante para sua caracterização, e primordial para garantir a qualidade deste produto no mercado, além de poder determinar o grau de maturidade, pureza e deterioração (RIBEIRO *et al*., 2009; CARVALHO *et al*., 2003).

Análises físico-químicas de méis brasileiros inspecionados têm sido a temática de pesquisas para monitorar a sua qualidade. Nesse sentido, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos (De ASSIS CARVALHO *et al*., 2020; RIBEIRO & STARIKOFF, 2019)

No ano de 2020, o mundo passou pela pandemia causada pelo vírus Sars-Cov-2 e com isso, segundo o Instituto Mamirauá (2020), houve aumento significativo no consumo de mel pela população do Amazonas, principalmente na região do médio Solimões, como tentativa de proteção contra o Coronavírus. Isso se remete aos usos dos remédios caseiros em diálogo com os saberes tradicionais da população amazônica, sendo este objetivo de reflexões presentes em estudos recentes (MAFRA *et al*., 2020) e em diálogo com a tradição dos debates acerca da necessidade de maiores investimentos públicos e privados ancorados sob o paradigma da bioeconomia.

Esse aumento no consumo abre oportunidade para novos produtores disponibilizarem e comercializarem os seus produtos na região. E com isso, é necessário a fiscalização dos produtos gerados e auxílio, através de análises físico-químicas, das amostras de mel para melhor comercialização e verificação da qualidade.

Face a isso, o teor de umidade é um fator primordial a ser analisado, pois segundo o MAPA (2000), o teor de umidade em mel não deve ultrapassar os 20 %. O teor de umidade é um dos parâmetros mais importantes, pois é o único critério de composição do mel, que deve ser atendido como parte das normas do mel de abelhas para sua comercialização mundial de acordo com o *Codex Alimentarius*.

A principal razão é que méis com maior teor de umidade podem fermentar, pois o mel é um produto muito higroscópico, ou seja, muito suscetível a absorver a umidade do ambiente. Acima de 60% de umidade ambiente, o mel retira a umidade desse ambiente, então o Codex sugere um valor máximo de umidade de 21 g/100 g de mel.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo analisar o teor de umidade, pH e acidez total em 20 amostras de mel de produtores da região da cidade de Tefé.

2 | METODOLOGIA

2.1 Obtenção das amostras

As 20 amostras de mel foram obtidas a partir da aquisição diretamente com os devidos produtores, totalizando 20 amostras, sendo divididas em 5 amostras por produtor.

A coleta foi realizada no mês de abril de 2020.

2.2 Armazenamento das amostras

As amostras já estavam acondicionadas em frascos de vidro devidamente lacradas e mantidas em temperatura ambiente.

As amostras foram enviadas via barco para a cidade de Santarém-PA para a realização das análises.

2.3 Análises de pH

O pH das amostras foi medido de acordo com o método eletrométrico Adolfo Lutz (2005) com algumas modificações. Foram diluídos 2 mL de mel em 18 mL de água deionizada. O pH foi medido utilizando um pHmetro calibrado (MS Tecnopon, modelo mPA 210, Piracicaba, Brasil).

2.4 Teor de umidade

A umidade do mel foi avaliada através de duas metodologias distintas. Primeiramente, a umidade foi medida utilizando refratômetro portátil RHB- 90ATC (Megabrix, São Paulo, Brasil). O teor de umidade também foi determinado a partir do método proposto pelo instituto Adolfo Lutz (2005) com algumas modificações. Desta forma, cerca de 2.0 g de mel foi pesado e aquecido em uma estufa (NOVA ÉTICA, 402-3D, Vargem Grande do Sul, Brasil) à 60 °C até se obter massa constante. O teor de umidade foi calculado conforme a equação: Umidade = 100-((Mseca/Minicial)*100).

2.5 Teor de acidez livre

A determinação da Acidez livre dos méis foi feita pelo método da potenciometria. Foi feita a neutralização da solução ácida do mel (10 g de mel dissolvidos em 75 mL de água destilada) utilizando uma solução de hidróxido de sódio 0.1N e uma solução indicadora de fenolftaleína 1 % até a obtenção da cor rosa. O volume de hidróxido de sódio gasto na titulação foi registrado. A padronização da solução de hidróxido de sódio (0.1 mol L^{-1}) foi feita com titulação de solução de Biftalato de potássio ($C_8H_5HO_4$) (0.5g dissolvidos em 75 mL de água deionizada), acrescida de 2 gotas da solução de fenolftaleína 1 % (m/v). O fator de correção foi calculado pela

$$f = \frac{m}{0,2042. V. N}$$

equação:

Em que:

m= massa (g) de biftalado de potássio';

V= volume de hidróxido de sódio gasto na titulação;

N= concetração (normalidade) da solução do hidróxido de sódio utilizada.

O resultado foi expresso em $meqKg^{-1}$ utilizando a equação:

$$meqKg^{-1} = Vxfx10$$

Em que:

$\mathcal{V}$= volume de solução titulante gasto na titulação (mL);

f= fator de correção da solução titulante;

3 | RESULTADOS

Todas as 20 amostras foram adquiridas diretamente dos produtores, havendo visitação nos locais antes das coletas como mostrado na figura 1.



Figura 1: apiários e as caixas de onde foram coletadas as amostras.

Fonte: Acervo Pessoal

Os resultados obtidos para as 20 amostras de mel estão expostos na tabela 1. Cada grupo de 5 amostras recebeu codificações que remetem aos seus respectivos produtores.

De acordo com os resultados obtidos para teor de umidade, verifica-se que todas as amostras estão acima do valor de 20% permitido pelo MAPA. Isso pode ser atrelado ao fato

de que o período de coleta coincidiu com o período de chuvas intensas na região de Tefé, aumentando a umidade relativa do ar.

A umidade constitui um dos principais parâmetros relacionados à qualidade do mel, influenciando diretamente em outras características como o sabor, a viscosidade, a conservação a palatabilidade, entre outros (VIEIRA *et al.*, 2017; PERSANOODDO; PIRO, 2004). Os valores de umidade estabelecidos pela Legislação Brasileira para mel são de até 20% ou 20 g de umidade/ 100g de mel analisado (BRASIL, 2000).

Amostra	Umidade (%)	pH	Acidez total (meq.kg-1)
MFC1	27	3,51±0,06	17,70±0,36
MFC2	27	3,74±0,12	28,77±0,71
MFC3	30	3,35±0,02	18,50±0,63
MFC4	28	3,51±0,02	18,27±2,96
MFC5	26.1	3,74±0,01	7,95±0,60
MJE1	30	3,70±0,02	22,55±0,93
MJE2	30	3,80±0,01	6,14±0,08
MJE3	31	3,74±0,02	8,48±0,66
MJE4	27	4,07±0,01	6,35±0,76
MJE5	26.5	3,90±0,02	6,00±0,16
MFD1	35	3,22±0,01	31,70±0,29
MFD2	31	3,70±0,02	14,68±0,28
MFD3	30	3,61±0,01	16,71±2,19
MFD4	29	3,76±0,01	29,01±0,71
MFD5	29	3,90±0,01	5,90±0,25
MJO1	32	2,97±0,01	74,39±1,94
MJO2	29	3,57±0,04	30,15±1,09
MJO3	28	3,78±0,01	36,33±0,83
MJO4	32	3,54±0,01	31,83±2,45
MJO5	30	3,21±0,01	90,60±7,85

Tabela 1: resultados de umidade, pH e acidez total para as 20 amostras de mel.

Com as chuvas, a umidade relativa chegou, em média, a 86% de umidade relativa. O mel é uma substância higroscópica, ou seja, que tende a reter umidade e como o período da coleta foi de chuvas intensas, acarretou na retenção de vapor de água pelas amostras. Soma-se também o fato do longo período de armazenamento até o período das análises.

O teor de umidade elevado pode colocar em risco a qualidade dos méis, pois pode

levar a fermentação e proliferação de micro-organismos devido ao aumento no valor de pH e alteração na acidez total.

O valor de pH considerado ideal para o mel varia de 3 a 4 (BRASIL, 2000). Os valores de pH nas amostras analisadas, variaram de 2,97 a 4,07 (Tabela 1), estando, portanto, todas dentro da faixa estabelecida pela legislação. A análise de pH pode auxiliar na avaliação da qualidade de méis, em conjunto com a análise de acidez (MARINHO *et al*., 2018).

A determinação do pH do mel é uma análise que auxilia no controle de qualidade dos méis brasileiros por mostrar-se útil como variável auxiliar para avaliação da sua qualidade.

Por ser um alimento ácido, pH médio de 3,9, a acidez pode estar relacionada diretamente com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições de solos, uma vez que o mesmo poderá ser influenciado pelo pH do néctar. A acidez é extremamente importante para a textura, a estabilidade do mel, a conservação por inibir a ação de microrganismos e, também, por realçar seu sabor (SILVA, 2013).

A determinação do pH é uma análise importante, pois segundo Antonio e Tiecher, 2015, é determinante para o crescimento de microrganismos, especialmente dos patogênicos que dificilmente se desenvolvem em pH abaixo de 4,5. Assim, as amostras provavelmente não tiveram proliferações de micro-organismos mesmo com os teores de umidade acima de 20%, pois os valores de pH estão conformes a legislação.

Outro fator importante é que os valores de pH não estão abaixo de 3 indicando que provavelmente as amostras não sofreram adulteração por xarope de sacarose ou amido (PENHA, 2013). Essa acidez tem relação com a presença de ácidos orgânicos e inorgânicos com o ácido glucônico o principal, o qual é formado pela ação da enzima glicose-oxidase (AHMED *et al*., 2018), produzida pelas glândulas hipofaringeanas das abelhas e pela ação das bactérias. Portanto, valores muito baixos de pH podem indicar contaminação bacteriana e fermentação o que não foi observado de acordo com os valores de pH obtidos.

Os resultados de acidez mostram que somente duas amostras, MJO1 e MJO5, mostraram valores acima do estabelecido pela legislação (BRASIL, 2000), que define um valor máximo de 50 meq/kg, enquanto que todas as outras 18 amostras apresentaram valores dentro do estabelecido variando entre 5,90 – 36,33 meq/kg mostrando que provavelmente não houve fermentações, estando assim de acordo com os resultados de pH.

Os valores obtidos são bastante animadores para a longevidade dos méis analisados, pois, a acidez total muito alta pode indicar proliferação de micro-organismos e início de processos fermentativos no mel. Embora, de maneira geral, valores elevados de acidez são característicos. Portanto de acordo com os resultados obtidos de acidez os produtos estavam em boa conservação e assim manteve-se a sua qualidade.

Mesmo em outras regiões do Brasil, que não possuem clima de elevada umidade relativa, foi verificado que a presença de água nos méis é uma situação a ser controlada

(MELO E QUEIROZ, 2016; CARNEIRO *et al.*,2015; RIBEIRO e STARIKOFF, 2019).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os méis produzidos na região de Tefé-AM apresentam capacidade físico-química estável mesmo com o clima de elevada umidade relativa, mostrando o bom acondicionamento das amostras. O teor de umidade das amostras provavelmente deve-se ao fato do clima no período das coletas que coincidiu com o inverno amazônico não indicando qualquer tipo de adulteração ou perda de qualidade fato importante para a produção de renda na cidade de Tefé.

Destacamos, em tempo, que os resultados deste trabalho nos fornecem pistas para estudos futuros, ondem sejam também problematizados aspectos de ordem sociológica no que diz respeito a relação entre o aumento do consumo do mel e sua relação com os saberes medicinais tradicionais amazônicos no contexto dos sistemas de produção agroecológicos pautados pelo paradigma da bioeconomia.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem aos produtores locais, ao Instituto Mamiraua, ao IFAM, ao Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA.

REFERÊNCIAS

AHMED, S., SULAIMAN, A.S., BAIG, A. A., IBRAHIM, M., LIAQAT, S., FATIMA, S., JABEEN, S., SHAMIM, N. & OTHMAN, H. N., Honey as a **Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action**. Oxidative Medicine and Cellular Longevity,2018.

ANTONIO, J. C.; A. TIECHER. **Caracterização físico-química de méis produzidos no município de Itaqui - RS**. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR: ALIMENTAÇÃO E SAÚDE, 5., 2015, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBCTA - RS, p. 1 – 4, 2015.

BRASIL, **Ministério da Agricultura e Abastecimento**, Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000.

CARNEIRO D. S. et al. **Qualidade físico-química de méis comercializados na Cidade de Recife, Pernambuco**. In: XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia: ZOOTEC, 2015.

CARVALHO, C. A. L., ALVES, R. M. O., & SOUZA, B. A., **Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos.** Série meliponicultura, No. 1. UFBA/SEAGRI-BA, Bahia, Brazil, 2003.

CODEX ALIMENTARIUS. **Revised codex standard for honey**. Adopted in 1981. Revised in 1987, 2001. Amended in 2019.honey.

DE ASSIS CARVALHO, R., RIBEIRO, A. C., LIMA, C. M., DA SILVA MARIZ, W. P., SILVA, L. S., DA SILVA, A. M., & TROMBETE, F. M., **Assessment of adulteration and mycoflora identification of honey samples marketed in the metropolitan region of Belo Horizonte, Brazil**. Research, Society and Development, 9(7), 440974246, 2020.

GOMES, A., **Durante a pandemia de coronavírus cresce o consumo de mel e outros produtos de abelhas nativas no Amazonas**, Instituto Mamirauá, Amazonas, 18 de agosto de 2020, disponível em: https://www.mamiraua.org.br/noticias/durante-pandemia-coronavirus-cresce-consumo-mel-abelhas-nativas-amazonas, acessado em 04/10/2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Métodos físico-químicos para análise de alimentos:** Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LUDWIG, D., WOLLMUTH, G. P., FLORIANO, V. A., ROCHA, D. F. L., OLIVEIRA, M. S., MARQUES, M. S., **Colonial honey: quality parameters, Brazian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p.92312-92323 nov. 2020.

MAFRA, R. Z.; LASMAR, D. J.; RIVAS, A. A. **O consumo de remédios caseiros durante a pandemia do COVID-19 e a evidencia da bioeconomia.** Nota técnica DEA/UFMA v. 1, n. 7, p.1-13, 2020.

MARINHO, J. K. L., MOREIRA, C. V. D. S., FERREIRA, L. C., DAMASCENO, K. S. F. D. S. C., SANTOS, J. A. B. D., & HOLLAND, N. (2018**). Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal**, RN. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 1-6.

MELO, C. M. T., SILVA, V., & QUEIROZ, C., **Características físico-químicas do mel comercializado na região de Uberlândia**. Ambiência Guarapava, 12(12), 739-763, 2016.

MULLER, C., Brazil and the Amazon Rainforest – Deforestation, Biodiversity and Cooperation with the EU and International Forums, Indepth analysis for the committee on the Environment, Public Health and Food Safety of the European Parliament, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg, 2020

PENHA, LS; LEITE, RYF; PEREIRA, DS; MESQUITA, LX; PENHA, FG. **Comparativo das análises físico-químicas de mel de (*Apismellifera* L.) com mel, de glucose de milho.** IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. Artigo – IX CONGIC, Campus Currais Novos, 4 de julho, – 6 de julho, 2013.

RIBEIRO, R. D. O. R., DA SILVA, C., MONTEIRO, M. L., BAPTISTA, R. F., GUIMARÃES, C. F., MÁRSICO, E. T., & DA SILVA PARDI, H., **Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, 16(1), 2009.

RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K. R**. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado**. Revista de Ciências Agroveterinárias, 18(1), 111-118, 2019.

VIEIRA, G. H. C.; GOMES, M. F. F.; MORAES, A. N., OLIVEIRA, A. F., **Caracterização físico-química de méis produzidos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. Revista de Agricultura Neotropical,4 (3), 30-34, 2017.

CAPÍTULO 24

INFLUÊNCIA DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS DO SOLO NO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO DOS HERBICIDAS

Data de aceite: 01/01/2022

Zacareli Massuquini
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Júlia Rodrigues Novais
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Miriam Hiroko Inoue
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Jakson Leandro Mendes da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Victor Hugo Magalhães de Amorim
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Edyane Luzia Pires Franco
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Solange Xavier da Silva Borges
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Karoline Neitzke
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Daniela Matias dos Santos
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Andréia Goulart Rodrigues
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Augusto Cezar Francisco da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

RESUMO: Com o cenário de plantas daninhas cada vez mais problemático por conta da interferência das mesmas nos cultivos agrícolas, a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência é imprescindível no momento da agricultura atual, por apresentarem alta eficiência de controle, quando empregados da maneira correta. Objetivou-se por meio desta revisão,

investigar a influência do efeito dos principais atributos do solo, no potencial de lixiviação dos herbicidas. O processo de lixiviação, está ligado à translocação do herbicida pela matriz do solo, ou junto à água presente nos poros. A lixiviação dos pesticidas, pode estar relacionada a fatores como clima, propriedades físico-químicas e biológicas do solo e características específicas das moléculas dos herbicidas. Dentre os atributos físico e químicos do solo, a textura é a porção relativa entre areia, silte e argila, e nessa variação quanto mais alto for o teor de areia, maior a propensão de ocorrer lixiviação de moléculas no perfil do solo. O aumento da matéria orgânica, pode auxiliar na diminuição da lixiviação dos herbicidas no perfil, pois ela propicia um incremento de atividades microbiológicas no solo, aumentando assim a degradação das moléculas e consequentemente diminuindo a concentração dos herbicidas na solução. A matéria orgânica auxilia também no aumento da CTC do solo, contribuindo para maior sorção de moléculas, diminuindo a concentração das mesmas na solução do solo. O pH do solo também é um importante atributo a ser relacionado com a diminuição ou aumento da lixiviação dos herbicidas aplicados. Solos com pH mais elevados, ou seja, próximo da neutralidade, favorecem a lixiviação de herbicidas, principalmente os ditos com base fraca (pH <pKa). Os atributos de solo influenciam de forma direta no potencial de lixiviação dos herbicidas.
PALAVRAS-CHAVES: plantas daninhas, lixiviação, solo, herbicidas.

INFLUENCE OF THE MAIN SOIL ATTRIBUTES ON THE LEACHING POTENTIAL OF HERBICIDES

ABSTRACT: With the scenario of weeds becoming more and more problematic due to their interference in agricultural crops, the application of herbicides in pre- and post-emergence is essential in today’s agriculture, as they present high control efficiency, when used correctly . The objective of this review was to investigate the influence of the effect of the main soil attributes on the herbicide leaching potential. The leaching process is linked to the translocation of the herbicide through the soil matrix, or with the water present in the pores. The leaching of pesticides can be related to factors such as climate, physicochemical and biological properties of the soil and specific characteristics of the molecules of herbicides. Among the physical and chemical attributes of the soil, texture is the relative portion between sand, silt and clay, and in this variation, the higher the sand content, the greater the propensity of leaching molecules in the soil profile. The increase in organic matter can help to reduce the leaching of herbicides in the profile, as it provides an increase in microbiological activities in the soil, thus increasing the degradation of molecules and consequently decreasing the concentration of herbicides in the solution. Organic matter also helps to increase the CTC of the soil, contributing to greater sorption of molecules, reducing their concentration in the soil solution. Soil pH is also an important attribute to be related to the decrease or increase in the leaching of applied herbicides. Soils with higher pH, ie, close to neutrality, favor the leaching of herbicides, especially those with a weak base (pH <pKa). Soil attributes directly influence the leaching potential of herbicides.
KEYWORDS: Weeds, leaching, soil, herbicides.

1 I INTRODUÇÃO

Os herbicidas são produtos indispensáveis para se alcançar novos patamares de produção, por controlar plantas daninhas que interferem no desenvolvimento da cultura principal, buscando mitigar prejuízos dentro do sistema produtivo. Os herbicidas são os defensivos mais utilizados e comercializados em todo mundo (Faostat, 2018).

Pensando nesse uso intenso e contínuo dos herbicidas, é frequente a realização de estudos nos quais são detectados a presença de moléculas destes em águas superficiais, subterrâneas e solo (Monquero et al., 2010). Quando a molécula de um herbicida entra em contato com o solo, eventualmente, ela pode ficar retida na matriz coloidal do solo, ou permanecer na solução do mesmo, sofrendo vários processos químicos, físicos e biológicos de degradação (Christoffoleti e Lópes-Ovejero, 2005).

Com a evolução das tecnologias aplicadas em pesquisas, o entendimento sobre as moléculas de herbicidas no perfil do solo vem evoluindo cada vez mais. Tem-se o conhecimento de que as moléculas de herbicidas, são passíveis de movimentação e translocação no solo dependendo da direção do fluxo de água, esta característica também pode ser chamada de lixiviação. O processo de movimentação das partículas dos herbicidas no solo está intimamente ligado aos teores de matéria orgânica, tamanho dos poros e textura do solo (Buziquia, 2017).

O conhecimento dos atributos do solo a que se destina a aplicação de um herbicida é de suma importância para a mitigação de riscos ao ambiente que receberá a molécula, para se tomar decisões sobre dosagens dos herbicidas de forma a se obter eficiência no controle das plantas daninhas na medida apropriada.

Vale salientar ainda que há poucos estudos sobre o comportamento dos herbicidas no ambiente (Mancuso, 2011), o que mostra a importância de se explorar o referido tema.

A compreensão da influência dos atributos do solo e das propriedades físico-químicas na dinâmica dos herbicidas é fundamental para entendermos o comportamento destes nos mais variados tipos de solos e prevenir a contaminação do ambiente. O presente trabalho teve como objetivo estudar a interferência dos principais atributos do solo na lixiviação dos herbicidas.

2 I PROCESSO DE LIXIVIAÇÃO

A Lixiviação é uma das principais formas de transportes de moléculas solúveis e não voláteis no perfil do solo, as quais se movimentam no sentido descendente, ou seja, de camadas superficiais do solo para camadas subsuperficiais através do fluxo de água, pela diferença de potencial entre dois pontos. (Oliveira, 2011).

A lixiviação constitui o principal mecanismo de mobilidade do herbicida no solo, sendo que herbicidas com elevada solubilidade em água e fraca adsorção são mais passíveis de sofrer o processo de lixiviação. Estas características proporcionam ao herbicida a

permanência da solução no solo (Ferri, 2003).

Existem alguns métodos utilizados para determinar a lixiviação dos pesticidas no solo, dentre eles podemos citar o método por meio da percolação em colunas preenchidas com amostras deformadas ou indeformadas de solo, bem como por estudos em lisímetros. Além do bioensaio, existem também o chamado índice de GUS, estabelecido por Gustafson (1989): GUS = log (t1/2) x [4,0 – log (koc)], o mesmo sinaliza que quanto maior for a meia-vida da molécula do pesticida (t 1/2) e menor o coeficiente de sorção (Koc), maior será o GUS e, portanto, maior o potencial de lixiviação. No Brasil boa parte dos estudos de lixiviação, ficam restritos às colunas e aos modelos matemáticos (Prata et al., 2003).

A Lixiviação de herbicidas apresenta alguns aspectos importantes, fundamentais para a ação desses produtos no solo, incorporando os mesmos superficialmente a fim de atingir sementes ou plantas daninhas em germinação, ou podendo ser carreado para camadas subsuperficiais, diminuindo ou inativando sua ação, além de promover a contaminação do lençol freático. (Velini, 1992).

Dentre os principais atributos relacionados com o processo de lixiviação de herbicidas no solo, pode-se citar a matéria orgânica, textura do solo muito influenciada pela retenção dos colóides, densidade do solo caracterizada pelo arranjo dos micros e macro poros, pH, teor de água no solo, chuva, relevo, solubilidade, persistência e potencial de remobilização da molécula de herbicida (Oliveira; Brighenti, 2018). As moléculas de herbicidas com baixos valores de coeficiente de adsorção (KD), são mais facilmente lixiviadas. Inúmeros estudos no Brasil destacam a importância dos atributos do solo, com destaque para a matéria orgânica, o pH e a textura no potencial de lixiviação de herbicidas

Monquero et al. (2008) estudando sobre a lixiviação de diferentes herbicidas em dois tipos de solo, destacam que os herbicidas avaliados possuem tendência a serem lixiviados sofrendo influência de precipitações, sejam elas oriundas da chuva ou irrigação, apresentando ainda efeito maior em solo com textura média e com menores teores de matéria orgânica.

O estudo da lixiviação de herbicida se faz necessário para evitar risco de problema ambiental, através da contaminação de águas subterrâneas, como já observado por Dantas et al. (2009) que constataram maior ocorrência de resíduos de herbicidas em áreas próximas a cultivos de cana de açúcar. Inoue et al. (2007) trabalhando com dois diferentes herbicidas em dois diferentes solos, também constataram diferença no potencial de lixiviação entre os dois herbicidas na coluna de solo.

O conhecimento dos atributos de solo e sua influência no potencial de lixiviação do herbicida, se faz necessário a fim de potencializar o efeito da molécula sobre as plantas daninhas, bem como evitar problemas ambientais.

3 I TEXTURA DO SOLO

A textura do solo é um dos principais parâmetros utilizados como indicadores de qualidade física do solo, através da sua determinação é possível inferir sobre outros parâmetros (Centeno et.al 2017). A textura refere-se às partículas primárias em que o solo é formado, (areia, silte e argila) (Bertoni & Lombardi Neto, 2012). Já a granulometria do solo está relacionada às porcentagens dessas partículas primárias, distribuídas em diferentes tamanhos definidos por diâmetros específicos (Klein, 2014).

No Brasil existe uma grande variabilidade em termos de solo, tanto pelas características químicas como físicas, e essas particularidades exercem efeitos diferentes quanto ao comportamento dos herbicidas nos solos brasileiros. A classe textural juntamente com o teor de matéria orgânica é um dos principais fatores envolvidos na dinâmica dos herbicidas no solo, sendo parâmetros utilizados para a definição de doses de herbicidas (Silva et al., 2017). A capacidade sortiva do solo apresenta correlação direta com o teor de argila do solo (Silva et al., 2007).

A argila possui em sua composição minerais silicatados, que apresentam o elemento silício (Si) a sua composição, pertencente ao grupo das caulinitas, chamados minerais 1:1, responsáveis pela formação de cargas as quais são dependentes do pH, podendo ser cargas negativas ou positivas (Fontes et al.,2004)

A formação de cargas dos minerais está relacionada com a classe textural do solo e essa influência na capacidade de sorção do herbicida, ou seja, o desaparecimento da molécula da solução do solo, a qual também apresenta correlação com pH, teor de matéria orgânica, estrutura química do herbicida, sua natureza ácida ou básica, entre outras (Silva et al.,2007).

Karpinski et al. (2014) avaliando o potencial de lixiviação do herbicida fomesafen, em dois diferentes solos, muito argiloso e franco arenoso com a cultura do algodão, constataram que no solo muito argiloso a fitotoxicidade de plantas aos 14 dias foi bem menor que no solo franco arenoso, e que a variação da dose do fomesafen não afetaram a massa seca da parte aérea e de raízes do algodão na textura de solo muito argiloso. Esse fato pode ser relacionado ao solo franco arenoso ter apresentado menor teor de matéria orgânica e argila, possuindo menor capacidade de troca de cátions e maior capacidade de drenagem de água e consequentemente maior lixiviação do herbicida. Silva et al. (2014) estudando o potencial de lixiviação do herbicida fomesafen em diferentes solos, relataram que o principal fator que influenciou a lixiviação do fomesafen foi a matéria orgânica, seguido da textura do solo.

Dias.R.C, A (2012) estudado o processo de lixiviação para 5 classes de solo coletados de áreas canavieiras, constatou a associação inversa da lixiviação do herbicida diuron com o teor de argila do solo, mostrando que quanto maior o teor de argila no solo menor é a lixiviação dessa molécula,

As diferentes texturas de solos devem ser levadas em consideração, quanto a recomendação de doses de herbicidas bem como as diferentes condições de clima, pois dependendo da molécula a ser trabalhada os efeitos podem ser positivos para controle de plantas daninhas ou causar injúrias nas plantas cultivadas.

4 I MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

A fração orgânica do solo, é composta em quase sua totalidade por resíduos das plantas e animais em vários graus de decomposição, e essa decomposição pode ser rápida em solos bem drenados, arejados e menos ácidos, ou lentas em solos com excesso de águas e ácidos. A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um dos principais atributos para se avaliar a qualidade do solo, sendo que a mesma exerce vários efeitos na estrutura física e química do mesmo, tendo interferência na formação de agregados do solo, atuando na retenção de água no solo, densidade, pH, capacidade tamponante, capacidade de troca de cátions (CTC) mineralização de metais pesados, pesticidas e outros agroquímicos (Cunha, 2005).

Segundo Oliveira e Brighenti (2018), solos brasileiros apresentam de 1 a 4% de M.O.S, porém solos localizados em baixadas ou várzeas podem apresentar valores maiores que 20%. Solos tropicais, intensamente intemperizados, apresentam como uma das suas principais características químicas a baixa CTC (Capacidade de Troca Catiônica), devido a predominância de minerais de argila 1:1, onde ocorre com maior frequência a presença de óxido de ferro e alumínio, esse tipo de argila apresenta baixa CTC, portanto baixa capacidade de retenção de cargas e sorção das moléculas dos herbicidas, ficando mais susceptíveis a lixiviação (Oliveira Jr., 2001). A CTC e a CTA (Capacidade de Troca de Ânion) são relevantes no estudo do potencial de lixiviação das moléculas no solo, pois expressam a quantidade de carga retida na argila que são responsáveis pelo equilíbrio iônico entre a camada superficial adsortiva da matriz do solo e a solução do solo (Christoffoleti et. Al., 2008).

Com o incremento de matéria orgânica no solo, ocorre o aumento da atividade microbiológica no mesmo, com isso pode reduzir a persistência dos herbicidas no perfil. O favorecimento da degradação das moléculas e consequentemente transformações biológicas que auxiliam na diminuição das concentrações de produtos na solução do solo, podem intensificar ou reduzir a lixiviação dependendo das condições ambientais da região (Ferri et al., 2003).

Segundo (Felsot e Dzantor, 1990) o incremento de MOS, causa o aumento da quantidade de nutrientes retido no solo, os quais auxiliam os microorganismos na decomposição dos herbicidas, diminuindo a disponibilidade das moléculas na solução, reduzindo assim a lixiviação e aumentando a biodisponibilidade para o controle de plantas daninhas. Segundo Anderson, (1984) a atividade dos microrganismos é geralmente maior,

quando é acrescentado material vegetal ao solo do que quando se adicionam apenas nutrientes.

A degradação microbiológica pode ser dificultada em função de diversas características químicas da molécula, como as ligações do cloro e outros halogênios, anéis aromáticos altamente condensados ou quaternários de átomos de carbono etc. (Monteiro, 1998).

Conforme Matallo et al. (2003), em estudos de lixiviação de herbicidas, realizados com o diuron e tebuthiuron, observaram que os dois herbicidas lixiviam através da camada de 50 cm, e o teor de matéria orgânica dos solos influenciou a capacidade de lixiviação desses herbicidas. Para Souza (2017) os teores elevados de matéria orgânica, proporcionam maior atividade do herbicida diuron, evidenciando maior controle de plantas daninhas devido à redução em sua movimentação no perfil do solo, diminuindo assim o risco de contaminação ambiental por apresentar alto potencial de sorção ao solo e baixo potencial de lixiviação.

Uma significativa proporção das moléculas de herbicidas aplicadas na agricultura permanece no solo como resíduos ligados. Segundo Prata (2000), matéria orgânica é a principal responsável pela formação desses resíduos e quando se adicionou matéria orgânica reduzida ao solo a mesma promoveu o aumento da atividade microbiana, o que proporciona a aceleração da degradação de herbicidas no solo, diminuindo sua persistência nesses. Quando no caso de adição de matéria orgânica de maior decomposição (húmus) ao solo, ocorre um aumento dos sítios sortivos, o que contribui com a maior sorção e formação de resíduos ligados de herbicida, portanto quanto maior o teor de matéria orgânica no solo e quando maior for a ação biológica sobre esta, maior será a eficiência na formação de compostos, diminuindo a disponibilidade na solução, e consequentemente reduzindo o potencial de lixiviação do herbicida.

5 | PH DA SOLUÇÃO DO SOLOS

O pH da solução do solo, onde há liberação do cátion H^+ no meio, é uma propriedade que interfere no comportamento dos herbicidas no ambiente, pois implica em como essas moléculas irão atuar sobre as plantas e no ambiente ao qual está inserida (Oliveira, 2001). Grande parte da acidez está ligada a matéria sólida do solo, denominada acidez potencial. Essa acidez é a que determina o potencial tampão do solo, indicando a resistência que o solo tem às mudanças de pH. O Ponto de Carga Zero (PCZ), pH do solo onde o somatório de cargas é igual a zero, é um parâmetro importante ligado a sorção dos herbicidas no solo, pois determina a distribuição de cargas elétricas no solo. O PCZ varia de acordo com a composição do solo (Alleone, 2002).

O pH realiza forte influência na movimentação dos íons, principalmente os metálicos catiônicos, onde estes são mais móveis em condições de baixo pH, como nos solos tropicais

com alto grau de intemperização, onde há predominância nas superfícies, de componentes coloidais dependentes do pH. As condições de acidez favorecem, geralmente, o aumento do potencial de lixiviação das formas solúveis dos compostos metálicos em áreas com baixa capacidade de adsorção (Carvalho, 2013).

Quando o pH for maior que o PCZ, a carga líquida do solo será negativa. O pH do solo controla as quantidades de forma neutra e ionizada dos compostos, em relação ao pKa (coeficiente de ionização ácida) da molécula. Geralmente os compostos aniônicos tendem a ser mais adsorvidos em solos com maiores teores de óxidos e menos adsorvidos em solos com maiores teores de matéria orgânica (Christoffoleti et. Al., 2008). A adsorção tende a aumentar com a queda do pH. A adsorção de pesticidas em solos é expressa em Kd (coeficiente de distribuição). Quanto menor o valor de Kd, maior o potencial de lixiviação (Oliveira Jr., 2001).

Os herbicidas podem ser ionizáveis e não-ionizáveis. Aqueles ionizáveis apresentam cargas dependentes do pH e podem ser ácidos ou básicos. Já os não-ionizáveis, que não tem carga dependente do pH, podem ser não-iônicos e catiônicos (Ferri et al., 2006).

Em situações que o pH do solo for maior que o pKa do herbicida, haverá predominância das moléculas aniônicas, por outro lado, ocorrerá, predominantemente, moléculas na forma neutra quando o pH do solo for menor que o pKa do herbicida. Herbicidas com valores elevados de pKa apresentarão caráter ácido e ainda terá sua capacidade de estar na iônica reduzida (Oliveira Jr., 2001).

Solos que apresentarem pH elevado, a sorção desses será reduzida, por haver predominância de moléculas neutras, essas moléculas serão repelidas pelas cargas negativas do solo, onde permanecerá biodisponível na solução do solo, sendo passível de sofrer o processo de lixiviação. Já aqueles solos com baixo pH, terá maior número de moléculas aniônicas que tem maior capacidade de sorção a matriz do solo, ficando indisponível na solução do solo e assim terá menor capacidade de lixiviar pelo perfil. E quando o valor do pH da solução do solo estiver próximo ao pKa do herbicida, a disponibilidade desse herbicida na solução do solo poderá ser alterada por mínimas variações no pH, podendo aumentar os riscos de contaminação por lixiviação caso não haja os devidos cuidados nos manejos realizados nos sistemas produtivos (Ferri et al., 2006).

Em estudo realizado com dois tipos diferentes de solo, um Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo nos valores de pH 5,1 e 6,1, utilizando o herbicida indaziflam, foi observado que, quando se aumentou o pH do solo, ocorreu a diminuição da sorção dessa molécula, influenciando a recomendação agronômica e ambiental da mesma (Gonçalves et al., 2021). Rocha et al. (2000) observaram que a elevação do pH também diminuiu em grande intensidade a sorção de imazaquin em um Latossolo Vermelho Acriférrico. Para Inoue et al. (2002) trabalhando com colunas de Latossolo Roxo Distroférrico e Latossolo Vermelho Distrófico, o aumento do pH do solo proporcionou um incremento no potencial de lixiviação de imazaquin, sendo assim o aumento da calagem apresentou maior potencial

de lixiviação desse herbicida.

Em estudo realizado com o imazaquin, observou-se que quando este foi aplicado sobre solos tropicais agricultáveis, apresenta o comportamento de um herbicida do tipo ácido, e dissocia-se de forma ânion orgânico, deste modo como a grande maioria desses solos apresentam carga elétrica líquida negativa, a sorção do imazaquin nas partículas do solo é afetada e ocorre a baixa sorção. Entretanto, a matéria orgânica disponível no solo, pode reagir com herbicidas do tipo ácido (Florido et al., 2015).

Silva et al. (2012) em seu experimento descreve que, comparando solos com e sem correção de pH, com a aplicação de calcário, averiguou-se que a elevação do pH para a neutralidade favoreceu a lixiviação dos defensivos agrícolas pesquisados, pois herbicidas como o Ametryn (pKa 4,1), ditos de base fraca, com as condições de pH < pKa, podem vir a atrair o hidrogênio presente na solução do solo e assim passar a ser de carga positiva. A dependência da relação entre o pH mais elevado e mais próximo ao pKa do herbicida é observada em diferentes trabalhos, envolvendo o mesmo grupo da ametryn. Esta relação em solos com pH próximos ao pKa do ametryn, é explicada como sendo primordial para ocorrência da sorção da molécula do herbicida e consequentemente menor translocação do herbicida no perfil do solo.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário o uso consciente dos herbicidas em dosagens suficientes para o cumprimento de seu objetivo em auxílio da produção, e para isso é de suma importância a realização de pesquisas e estudos como este para disseminar informações sobre o comportamento dos herbicidas no ambiente na busca de melhoramento contínuo no manejo agrícola.

O processo de lixiviação é influenciado pelos componentes químicos, físicos e biológicos do solo, entre diversos fatores, destaca-se a influência da matéria orgânica e o pH dos solos, visto que os solos com elevados teores de matéria orgânica e pH maior que do pKa do herbicida ocorre menor lixiviação do mesmo.

Por tanto o estudo das estimativas de potencialização de lixiviação assume papel importante em todas as áreas utilizadas no agronegócio brasileiro, já que dentro dos limites territoriais do país há presença de inúmeros tipos de solos e o embasamento para compreensão da dinâmica dos herbicidas no ambiente auxilia a estabelecer parâmetros para tomada de decisão com relação a dosagens de herbicidas de forma racional, sustentável e econômica.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, L.R.F. **Principais atributos dos solos relacionados à dinâmica de defensivos**. In: ALLEONI, L.R.F.; REGITANO, J.B. (Coord.) Simpósio sobre dinâmica de defensivo agrícolas no solo: Aspectos práticos e ambientais, Piracicaba,2002. Anais. Piracicaba: LSN, ESALQ/USP, 2002. p.6-22**.**

ANDERSON, J.P.E. **Herbicide degradation in soil: influence of microbial biomass. Soil Biology & Biochemistry**, v.13, n.5, p.483-489, 1984.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

BRAGA, D. F. Sorção, **Dessorção e Lixiviação do Sulfentrazone em Solos da Região Canavieira do Nordeste Brasileiro**. Tese: Doutorado em Fitotecnia. Mossoró - RN, 2014.

BUZIQUIA, D. C. **Utilização de Estimativas Goss, Gus e Lix na Avaliação da Capacidade de Sorção de Agroquímicos Empregados no Cultivo Agrícola de um Solo da Região de Plantina (SP)**. Monografia: Bacharelado em Química Industrial. Fundação Educacıonal do Munıcípıo de Assıs-FEMA, Assıs, 2017.

CENTENO, L. N.; GUEVARA, M. D. F.; CECCONELLO, S. T.; SOUZA, R. O. D.; TIMM, L. C.**Textura do solo: Conceitos e aplicações em solos arenosos.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade.v.4, n.1, p. 31-37, jul. 2017.

CARVALHO, B.C. **Plantas Daninhas**. 1 ed. Lages –Santa Catarina, 2013.92p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar** São Paulo: BASF, 2005. 49 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P. de; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Os autores, 2008. 85 p.

CUNHA, T.J.F.; **Ácidos húmicos de solos escuros da Amazônia** (Terra Preta de índio).2005.118 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005.

DANTAS, A. D. B.; PASCHOALATO, C. F. P. R.; BALLEJO, R. R.; BERNARDO, L. D. **Pré-oxidação e adsorção em carvão ativado granular para remoção dos herbicidas diuron e hexazinona de água subterrânea.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 373-380, 2009.

DIAS, A. C R. **Lixiviação, mobilidade, degradação, mineralização e atividade microbiana de herbicidas em função de atributos de cinco tipos de solos.** Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

FAOSTAT, 2018 – **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides Use**. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP. Acesso em: 28 de agosto de 2021.

FELSOT, A.S.; DZANTOR, E.K. **Enhancing biodegradation for detoxification of herbicide waste in soil**. In: RACKE, K.D.; COATS, J.R. (Ed.). Enhanced biodegradation of pesticides in the environment. Washington, D.C.: ACS, 1990. p. 68-81.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R.A.; FLECK, N. G.; CASSOL, E. A.; GOMES, P. A. **Lixiviação do herbicida acetoclor em solo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional**. Pesticidas: Revista Ecotoxicologica e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 147-156, 2003.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A.; JR, A. M.; FLECK, N. G. **Atividade dos herbicidas flumetsulam e trifluralin em diferentes valores de pH e densidade do solo**. Ciência Rural [online]. 2000, v. 30, n. 1 [Acessado 9 outubro 2021], pp. 11-15. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100002>. Epub 08 Dez 2006. ISSN 1678-4596. https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100002.

FLORIDO, F.; DIAS, A. C. R.; MONQUERO, P. A.; TORNISIELO, V.; **Mobilidade do Herbicida Imazaquin em Diferentes Solos**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 54 – 60, jul. – set., 2015.

FONTES, J. R. A.; SILVA, A. A.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M. **Lixiviação de Herbicidas no Solo Aplicados com Água de Irrigação em Plantio Direto**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 22, v. 22, n. 4, p. 623-631, 2004.

GONÇALVES. A V.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. F. F.; FREITAS, F. C. L.; D'ANTONINO, L. **Sorption of indaziflam in brazilian soils with different ph values.** Rev. Caatinga, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 494 – 504, jul. – set., 2021.

GUSTAFSON, D. I. **Groundwater ubiquity scores: A simple method for assessing pesticide leachability. Environ**. Toxic. Chem., v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989

INOUE, M.H.; MARCHIORI JR, O.; OLIVEIRA JR, R.; CONSTANTIN, J.; TORMENA, C. A. **Calagem e o potencial de lixiviação de imazaquin em colunas de solo. Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.1, p.125-132, 2002.

INOUE, M.H. et al. **Potencial de lixiviação de imazapic e isoxaflutole em colunas de solo.** Planta Daninha, v. 25, n.3, p 547-555,2007.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3º edição, 2014

KARPINSKI, R. A. K. et al. **Influência da textura do solo na seletividade do herbicida fomesafen aplicado em pré-emergência do algodoeiro**. R. Bras. Herb., v. 13, n. 2, p. 125-133, 2014.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. **Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover").** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MATALLO, M. B. LUCHINI, L. C.; GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C. A.; CERDEIRA, A.L., MARIN, G.C. **Lixiviação dos herbicidas tebutiuron e diuron em colunas de solo**. Pesticidas: Revista Ecotoxicol e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, p. 83-90, jan./dez. 2003.

MONQUERO, P.A.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.R.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C.; INACIO, E.M. **Lixiviação de Clomazone + Ametryn, Diuron + Hexazinone e Isoxaflutole em Dois Tipos de Solo**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 685-691, 2008.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; SILVA HIRATA, A. C.; TABLAS, D. C.; ORZARI, I. **Lixiviação e Persistência dos Herbicidas Sulfentrazone** e. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

MONTEIRO, R.T.R. **Degradação de pesticidas**. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.) Microbiologia ambiental. Jaguariuna: EMBRAPA, CNPMA, 1998. p.107-124.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 315-362.

OLIVEIRA, M. F. **Comportamento dos herbicidas no ambiente**. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba**: Omnipax,. p. 263-304. Curitiba – PR, 2011.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília: Embrapa, 2018.

OLIVEIRA JR., R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo** Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 187-205.

PRATA, F. **Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica**. Revista biociênc., Taubaté, v.6, n.2, p.17-22, jul-dez.2000.

ROCHA, W. S. B. et al. **Influência do pH na sorção de imazaquin em um Latossolo Vermelho Acriférrico**. R. Bras. Ci. Solo, v. 24, n. 3, p. 649-655, 2000.

SILVA, A.A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R.S. **Herbicidas: Comportamento no solo**. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: UFV, 2007. p. 189-248.

SILVA, A. P. **Potencial de Lixiviação de Herbicidas Utilizados na Cultura da Cana-de-Açúcar em um Solo de Textura Média**. Dissertação: Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), Jaboticabal, 2017.

SILVA, L. O. C.; SILVA, A.A.; QUEIROZ MARIA E.L.R.; LIMA, C.F.; SILVA, L.L.; D'ANTONINO, L. **Mobilidade do Ametryn em Latossolos Brasileiros**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 883-890, 2012.

SILVA, G.R.; D'ANTONINO, L.; FAUSTINO, L.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; TEIXERA, C.C.; COSTA, A.I.G. **Mobilidade do Fomesafen em Solos Brasileiros.** Planta Daninha, v.32, n.3, p.639-645, 2014.

SOUZA, F. C. P. **Lixiviação e Sorção de Diuron em Solos Cultivados com Guaranazeiro (*Paullinia cupana*, var. Sorbilis, (Mart.) Ducke) NO AMAZONAS**. Dissertação: Mestrado em Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, 2017.

CAPÍTULO 25

HERBICIDAS NO BRASIL E SUA DETECÇÃO POR BIOENSAIO: UMA BREVE REVISÃO

Data de aceite: 01/01/2022

Victor Hugo Magalhães de Amorim
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Júlia Rodrigues Novais
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Miriam Hiroko Inoue
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Jakson Leandro Mendes da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Zacareli Massuquini
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Edyane Luzia Pires Franco
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Solange Xavier da Silva Borges
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Karoline Neitzke
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Daniela Matias dos Santos
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Andréia Goulart Rodrigues
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

Augusto Cezar Francisco da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler
Tangará da Serra, Mato Grosso

RESUMO: As plantas daninhas constituem um dos principais desafios à produtividade agrícola visto que estas espécies competem com as culturas por nutrientes, recursos hídricos e luminosidade e assim prejudicam seu desempenho resultando em possíveis danos econômicos. A principal forma de manejo para plantas daninhas na agricultura é o controle químico por meio de herbicidas.

Entretanto, a permanência desses herbicidas no solo pode trazer malefícios a culturas sucessoras além da contaminação ambiental. Diferentes métodos podem ser utilizados para detectar a presença de herbicidas no solo como o uso de radioisótopos, espectrometria de massa, cromatografia e o bioensaio. Sendo este último um método simples e de baixo custo para utilização, e consiste no uso de espécies bioindicadores sensíveis ao produto estudado e a partir dos sintomas de fitointoxicação e redução das características físicas ou fisiológicas detectar sua presença no solo. Apesar de ser um método eficiente, é necessário que a espécie utilizada neste método seja adequada as condições ambientais da região estudada. O pepino (*Cucumis sativus*) se destaca como uma espécie sensível a diversos herbicidas e diante de sua facilidade de cultivo e adaptação as condições ambientais de diferentes regiões do Brasil é recomendada para estudos de detecção de herbicidas no solo. Sendo assim, diante da complexidade dos métodos convencionais utilizados para detectar a presença de herbicidas no solo, este trabalho tem por objetivo apresentar o uso de bioensaio como uma alternativa eficaz na detecção de herbicidas no solo, bem como as espécies vegetais mais recomendadas para os herbicidas mais utilizados no Brasil.
PALAVRAS-CHAVE: Plantas suscetíveis. Detecção de Herbicidas. Solo.

HERBICIDES IN BRAZIL AND THEIR DETECTION BY BIOASSAY: A BRIEF REVIEW

ABSTRACT: Weeds are one of the main challenges to agricultural productivity as these species compete with crops for nutrients, water resources and light and thus impair their performance resulting in possible economic damage. The main form of weed management in agriculture is chemical control through herbicides. However, the permanence of these herbicides in the soil can bring harm to successor crops in addition to environmental contamination. Different methods can be used to detect the presence of herbicides in soil such as the use of radioisotopes, mass spectrometry, chromatography and bioassay. The latter is a simple and low-cost method for use, and consists of using bioindicator species that are sensitive to the product studied and, based on the symptoms of phytointoxication and reduction of physical or physiological characteristics, detect their presence in the soil. Despite being an efficient method, it is necessary that the species used in this method is suitable for the environmental conditions of the studied region. The cucumber (Cucumis sativus) stands out as a species sensitive to several herbicides and given its ease of cultivation and adaptation to environmental conditions in different regions of Brazil, it is recommended for studies to detect herbicides in soil. Thus, given the complexity of conventional methods used to detect the presence of herbicides in soil, this work aims to present the use of bioassay as an effective alternative in detecting herbicides in soil, as well as the most recommended plant species for herbicides most used in Brazil.
KEYWORDS: Susceptible plants. Herbicide Detection. Ground.

1 | INTRODUÇÃO

A interferência por plantas daninhas é um dos principais fatores que levam à redução da produtividade agrícola. A presença dessas plantas invasoras em lavouras pode resultar

na redução do número grãos produzidos por cultura, hospedagem de pragas e doenças e na diminuição da eficiência de máquinas aumentando as perdas durante a colheita dos grãos (LIMA; SILVA; IWATA, 2019; SOUZA et al., 2019).

O manejo de plantas daninhas é realizado principalmente por meio de herbicidas. Este tipo de controle pode ser realizado em pré-emergência interrompendo o desenvolvimento dessas plantas antes que sejam capazes de promover danos a cultura de interesse ou em pós-emergência quando eliminam as plantas daninhas passam a causar danos visíveis a cultura (MANCUSO; NEGRISOLI; PERIM, 2011; MELO et al., 2017).

No Brasil destaca-se o glyphosate como o herbicida mais vendido. Este herbicida controla uma grande variedade de plantas daninhas a partir da inibição da enzima EPSPS (5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase) responsável pela síntese de aminoácidos essenciais ao crescimento das plantas. Seguido dos herbicidas 2,4-D e atrazine que constituem o segundo e terceiro lugar, respectivamente, dos herbicidas mais vendidos no país atualmente (REZENDE et al., 2020).

Independente do princípio ativo e da região de aplicação, o destino dos herbicidas é o solo, e ao alcançá-lo estes agroquímicos passam por processos físicos e químicos, que determinam seu comportamento e, deste modo, podem persistir no ambiente causando injúrias a culturas sucessoras (TAKESHITA et al., 2019; SALOMÃO; FERRO; RUAS, 2020).

Neste sentido, compreender as formas de identificar herbicidas no solo é fundamental para identificar os potenciais efeitos negativos de sua utilização. Portanto, o monitoramento da presença de herbicidas no solo deve ser realizado antes da área de cultivo ser utilizada, para que sucessora não sofra nenhum tipo de impacto negativo (DIAS et al., 2019).

Diferentes métodos são capazes de detectar a presença de herbicidas no solo como o uso de radioisótopos, a cromatografia líquida de alta eficiência e gasosa (INOUE et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2018). Devido à complexidade e alto custo desses métodos sua utilização torna-se muitas vezes inviável e por isso, métodos alternativos são necessários.

O bioensaio, por sua vez, surge como um método alternativo mais simples e com baixo custo de utilização, por utilizar espécies vegetais sensíveis a herbicidas para determinar sua presença no solo. A partir de bioensaios também é possível determinar o potencial de lixiviação, persistência, *carryover* de herbicidas no solo (DUQUE et al., 2020).

Algumas espécies já são indicadas para bioensaios com a finalidade de detectar a presença de herbicidas no solo como é caso do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) que segundo Aguiar et al. (2019) é a espécie mais indicada para detectar a presença de dicamba no solo, o uso de pepino (*Cucumis sativus* L.) como bioindicador de ethoxysulfuron por Oliveira et al. (2018), e a beterraba (*Beta vulgaris* L.) como bioindicadora da presença de flumioxazin e saflufenacil de acordo com Jonas et al. (2020).

Diante da complexidade dos métodos convencionais utilizados para detectar a presença de herbicidas no solo, este trabalho tem por objetivo apresentar o uso de bioensaio como uma alternativa eficaz na detecção de herbicidas no solo, bem como as

espécies vegetais mais recomendadas para os herbicidas mais utilizados no Brasil.

2 I HERBICIDAS E SEU USO NO BRASIL

O crescimento constante da população ocasionou aumento da demanda de alimentos e por consequência a necessidade de áreas de cultivos maiores e o uso de tecnologias cada vez mais avançadas associadas a pesticidas para atender a produção dos alimentos (GOMES; MALLET; MARTINS, 2020). De acordo com o IBAMA (2019a), os herbicidas correspondem a cerca de 59,56% do total de pesticidas comercializados no Brasil, seguido pelos fungicidas 15,22%, inseticidas com 11,67%, acaricidas com 1,16% e as demais categorias com 12,19%.

De acordo com o IBAMA (2019b) o Mato Grosso é o estado brasileiro com o maior consumo de herbicidas, registrando em 2019 um consumo de mais de 62 mil toneladas de I.A. vendidas, seguido pelo estado de São Paulo com mais 48 mil toneladas de I.A., Rio Grande do Sul com mais de 44 mil toneladas de I.A. e o Paraná com mais de 40 mil toneladas de I.A. comercializadas.

O glyphosate é o herbicida com maior utilização no mundo e, no Brasil, sua utilização está concentrada principalmente nas regiões centro sul e oeste. O destaque deste herbicida no mercado está associado ao manejo eficaz e mais barato no controle pós-emergente de plantas daninhas, que constituem um dos maiores desafios da agricultura (GOMES; MALLET; MARTINS, 2020).

Considerado um herbicida sistêmico e não seletivo, o glyphosate apresenta um grande espectro de ação e é utilizado no controle de plantas daninhas, principalmente no cultivo de soja transgênica (REZENDE et al., 2020). A eficiência deste herbicida no controle de ervas daninhas está relacionada ao seu mecanismo de ação, que causa interferência na síntese de aminoácidos aromáticos necessários para o desenvolvimento da planta, ocasionando sua morte (HOSSEINI BAI et al., 2016).

O glyphosate é recomendado no manejo de plantas daninhas em culturas como algodão, arroz, milho e soja como também no café, citros e cana-de-açúcar, controlando espécies como *digitaria insularis* (Capim-amargoso), *Panicum maximum* (Capim-colonhão), *Aeschynomene rudis* (Anguinho), *Amaranthus viridis* (Caruru), *Cyperus flavus* (Tiririca) entre outras (LIMA; BAECHAT; GUCKER, 2021).

Embora controle uma grande variedade de plantas daninhas, muitas dessas plantas tem desenvolvido resistência ao glyphosate como é o caso da Buva (*Conyza sp.*), Azevém (*Lolium multiplorum*), Caruru-Roxo (*Amaranthus hybridus*) e, por isso, herbicidas com outros mecanismos de ação tem conquistado cada vez mais espaço no mercado agrícola brasileiro (ULGUIM et al., 2013).

O glyphosate no Brasil é destacado pelo IBAMA (2019c) como o herbicida mais comercializado no país com mais com mais de 204 mil toneladas de ingrediente ativo

vendidas em todo território nacional em 2019, seguido pelos herbicidas 2,4-D e Atrazine, que compreendem o segundo e o terceiro lugar, respectivamente (IBAMA, 2019c).

De acordo com Gozala et al. (2019) o 2,4-D é uma auxina sintética que controla plantas daninhas por meio do aumento da produção de gás etileno, acidificando a parede celular e induzindo a formação de enzimas celulases, causando estabilidade da parede celular dessas plantas (GOZALA et al., 2019). O desempenho deste produto no mercado brasileiro se dá pelo controle realizado principalmente em plantas daninhas que apresentam resistência ao glyphosate (GOGGIN et al., 2016).

Neste sentido, o 2,4-D é recomendado para o manejo de plantas daninhas em culturas como o trigo, milho, soja, arroz (irrigado e de sequeiro), aveia, sorgo, cana-de-açúcar, café e pastagens de braquiária, realizando o controle de espécies daninhas como Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), Apaga-fogo (*Alternanthera tenella)*, Buva (Conyza bonariensis), Picão-Preto (*Bidens pilosa*) entre outras que ocorrem no Brasil.

Diferente do glyphosate e o 2,4-D, a atrazine realiza o controle de plantas daninhas a partir da inibição do fotossistema II e assim impede que essas plantas completem o processo de fotossíntese, ocasionando sua morte (PERUZZO et al., 2020). Sendo assim, este herbicida apresenta eficiência no controle de espécies daninhas como a apaga-fogo (*Altemanthera tenella*), caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*), caruru-da-mancha (*Amaranthus viridis*), capim-navalha (*Paspalum virgatum*) e o capim-capeta (*Sporobolus indicus*) em aplicação pré e pós-emergente na cana-de-açúcar, milho e sorgo (CRUZ et al., 2021).

Embora os herbicidas mencionados anteriormente tenham apresentado bons resultados em grande parte da história agrícola brasileira, a resistência de plantas daninhas a herbicidas tem sido uma grande problemática nesse cenário e vem ocorrendo com cada vez mais frequência no país (SALOMÃO; FERRO; RUAS, 2020).

O desenvolvimento de resistência por parte de plantas daninhas é influenciado por diferentes fatores, entre os quais encontram-se herbicidas com único local de ação, atividade residual prolongada ou o uso intensivo de diferentes herbicidas com o mesmo mecanismo de ação. De acordo com Adegas et al (2017), já são registradas em todo o território brasileiro mais de 44 espécies daninhas com resistência principalmente a herbicidas inibidores de ALS e, portanto, a busca por novas moléculas capazes de controlar essas espécies resistentes tem ganhado mais espaço no país.

O pyroxasulfone é um exemplo de molécula com recente aprovação para uso no Brasil (DIÁRIO DA UNIÃO, 2020). Com um mecanismo de ação diferente dos demais herbicidas já comercializados no mercado nacional, este herbicida atua no manejo pré-emergente por meio da inibição da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFA) em plantas daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas, nas culturas do milho, soja, trigo, algodão, batata, cebola e girassol (TANETANI et al., 2009).

Outro ponto importante do uso intensivo de herbicidas está relacionado ao comportamento que estes podem desenvolver no solo, isto porque a permanência dessas

moléculas no solo pode além de selecionar espécies daninhas resistentes, provocar injúrias a culturas sucessoras (SALOMÃO; FERRO; RUAS, 2020).

Neste sentido, monitorar a presença de herbicidas no solo pode ser um aliado ao agricultor, por identificar possíveis efeitos negativos de sua utilização e permanência no solo, possibilitando a tomada de decisão acerca do que pode ser feito, para que problemas futuros sejam evitados (DIAS et al., 2019).

3 | MÉTODOS DE DETECÇÃO DE HERBICIDAS NO SOLO

Os herbicidas utilizados nas lavouras serão destinados ao solo independentemente do local de aplicação, sejam aplicados diretamente no solo ou sobre a parte aérea das plantas. Ao entrarem em contato com o solo, as moléculas passam por processos físico-químicos que determinam seu comportamento no ambiente, podendo ficar retidos aos coloides ou permanecer na solução do solo (SALOMÃO; FERRO; RUAS, 2020).

Diferentes métodos podem sem empregados para verificar e quantificar a presença de herbicidas no solo, dentre eles, destacam-se o uso de radioisótopos, espectrometria de massa, cromatografia líquida e gasosa, assim como a utilização do bioensaio (OLIVEIRA et al., 2018).

O método de radioisótopos consiste no uso de isótopos como traçadores de informações adicionais, permitindo que sejam diferenciados com precisão dos íons do composto que estão no ambiente. Os isótopos podem ser detectados por filmes de raios-X e líquidos de cintilação, permitem uma descrição passo a passo de um elemento por meio de um sistema metabólico e possuem maior sensibilidade em relação às medidas químicas, detectando quantidades de até 10^{-15} g de diversos elementos (MENDES et al., 2017).

Os herbicidas radiomarcados têm sido utilizados para estudar seu comportamento no ambiente. Esse método pode ser quantitativo ou qualitativo, permitindo relacionar a resistência à absorção, translocação reduzida e/ou degradação metabólica em diversas espécies de plantas daninhas por meio da absorção, translocação e degradação metabólica *in planta* (NANDULA & VENCILL, 2015).

A espectrometria de massa também é um método analítico que utiliza princípios químicos para a quantificação de moléculas. Este método de detecção utiliza a constituição atômica de uma amostra de molécula e através de seu estado carga permite analisar uma amostra, mesmo que seja desconhecida sua composição prévia, por isso é uma forte aliada na detecção de herbicidas (OLIVEIRA et al., 2018).

A técnica de espectrometria de massa apresenta grande sensibilidade e é utilizada para íons de elementos, compostos simples e moléculas complexas. Esse método pode ser usado para análises qualitativas por proporcionar uma identificação no espectro de massas, como em quantitativas por ocorrer proporcionalmente à concentração das moléculas (BRITO et al., 2021).

Métodos cromatográficos também são utilizados na quantificação e detecção de herbicidas, sendo a cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) também é recorrentemente utilizada para detectar níveis de ação de moléculas ou resíduos de pesticidas em solo. As análises são realizadas em laboratórios, por meio de técnicas de extração do herbicida, utilizando reagentes químicos e um aparelho chamado cromatógrafo, para detecção e quantificação da molécula analisada (BRAGA et al., 2016).

A CLAE vem sendo utilizada em pesquisas que visam identificar resíduos de herbicidas mais complexos no solo e por isso, é considerada mais sensível e seletiva, permitindo a identificação segura até mesmo em baixas concentrações da molécula analisada. Além disso, essa técnica permite a detecção da quantidade do herbicida livre e ativo no solo, no entanto, requer a utilização de laboratórios sofisticados e mão de obra qualificada (BRAGA et al., 2016).

Embora os métodos citados sejam altamente eficientes, trata-se de metodologias muito complexas e que necessitam de equipamentos de qualidade e mão de obra especializada para obtenção de bons resultados, o que pode ser inviável em questões imediatas, devido principalmente ao alto custo para experimentação (BARCELLOS JÚNIOR et al., 2019). Além disso, apresentam um limite de quantificação, sendo que abaixo deste não é possível quantificar o herbicida presente na amostra (FERREIRA et al., 2021).

O método de bioensaios para identificação da presença de herbicidas no solo é uma prática mais acessível e menos complexa (DUQUE et al., 2020). Consiste na utilização de espécies vegetais que apresentam alta sensibilidade ao herbicida analisado, as quais são denominadas bioindicadoras. É uma técnica de fácil execução, pois os resíduos de herbicidas são detectados por meio da alteração das características biológicas da planta indicadora (BRAGA et al., 2016).

Os bioensaios apresentam como principal vantagem a detecção apenas de resíduos biologicamente ativos, sem a necessidade da utilização de equipamentos onerosos (DUQUE et al., 2020). Além disso, essa técnica permite detectar concentrações muito baixas do herbicida, devido a elevada sensibilidade das plantas indicadoras. No entanto, os resultados necessitam de curvas de calibração para cada herbicida e para cada espécie bioindicadora, além de não quantificar o herbicida no solo, apenas detectar a presença da molécula no ambiente (BRAGA et al., 2016).

De maneira geral, compreender as formas de identificar e quantificar resíduos de herbicidas no solo é fundamental, devido sua atividade no solo. A quantificação de herbicidas no solo geralmente é realizada por meio de radioisótopos ou análises cromatográficas. Alternativamente, os bioensaios podem ser adotados para detectar moléculas herbicidas biologicamente ativas, de maneira prática e de baixo custo (MATTE et al., 2021).

3.1 Bioensaio e as plantas bioindicadoras

O bioensaio é o método de baixo custo e maior simplicidade para detectar a presença

de herbicidas no solo. Este método então consiste na utilização de espécies bioindicadores sensíveis ao produto estudado e a partir dos sintomas de fitointoxicação e redução das características físicas ou fisiológicas detectar sua presença no solo (DUQUE et al., 2020; RIBEIRO et al., 2019).

A sensibilidade de uma planta a ser utilizada como bioindicadora deve ser proporcional a quantidade de herbicida presente no solo, entretanto, no caso espécies com alta sensibilidade ao produto injúrias intensas podem ocorrer em doses muito pequenas, prejudicando o uso de curvas dose-resposta (OLIVEIRA et al., 2018).

Para que uma espécie possa ser utilizada com bioindicadora de um determinado herbicida é necessário que esta tenha um rápido crescimento, homogeneidade e ampla distribuição geográfica, para que seja possível a identificação de sintomas em pouco tempo e haja padronização dos resultados e utilização em diversos locais de estudo (DUQUE et al., 2020).

Embora o método de bioensaio seja de simples utilização alguns fatores devem ser levados em consideração. Algumas espécies bioindicadoras podem além de apresentar sensibilidade ao produto estudado ser suscetíveis a condições climáticas adversas como altas temperaturas ou regimes de chuvas o que dificulta seu desenvolvimento e pode até mesmo danificar as plantas interferindo nos resultados (MATTE et al., 2021). E, por isso, é recomendado que sejam utilizados em bioensaios mais de uma espécie bioindicadora (GONÇALVES et al., 2018).

Os sintomas que as espécies bioindicadoras manifestam neste tipo de estudo está relacionado ao mecanismo de ação do herbicida e podem variar de acordo com a molécula utilizada (OLIVEIRA et al., 2018). E por isso, normalmente, são analisadas em bioensaios variáveis como altura, área foliar, intoxicação e massa fresca e seca, sendo que as que a intoxicação e massa seca da parte aérea as que mais expressam a presença de determinado herbicida no solo (DUQUE et al., 2020).

Jonas et al. (2020) apontaram a beterraba (*B. vulgaris)* como bioindicadora para os herbicidas saflufenacil e flumioxazin, devido sua facilidade de cultivo, rápido crescimento e sensibilidade em doses baixas, permitindo rápida visualização dos sintomas de fitointoxicação, redução de altura e de massa seca.

Estudos realizados por Oliveira et al. (2018) demonstram que o pepino (*Cucumis sativus*) apresentou alta sensibilidade ao herbicida ethoxysulfuron, visto que com o aumento das doses do herbicida, houve redução de altura e de massa seca das plantas, além do aumento da fitointoxicação. Sendo assim, o pepino apresenta potencial para uso como bioindicadora em pesquisas com ethoxysulfuron.

Ao analisarem espécies vegetais com potencial bioindicador para o herbicida indaziflam, Braga et al. (2020) verificaram que o sorgo (*Sorghum bicolor)*, devido sua facilidade de cultivo e sensibilidade ao herbicida testado, apresenta alto potencial para uso em bioensaios que buscam detectar resíduos de indaziflam. As plantas exibiram sintomas

caracterizados por inibição da germinação, redução do crescimento e clorose, assim como redução da massa seca.

Alguns estudos realizados de seleção de bioindicadores dos últimos dez anos são expostos na tabela 1, que traz informações como as doses utilizadas para cada herbicida, o tipo de solo utilizado e as variáveis analisadas em cada trabalho.

De acordo com a tabela 1 o pepino (*Cucumis sativus*) é a espécie com maior utilização em estudos de seleção de espécies bioindicadoras e apresenta sensibilidade a diferentes herbicidas como Ethoxysulfuron, Mesotrione, Tebuthriuron, Hexazinone, Diuron isolado e Diuron + Hexazinone + Sulfometuron e diuron + hexazzinone.

O sucesso de *C. sativus* em estudos de seleção de bioindicadores está relacionado a suas principais características de cultivo. Trata-se de uma espécie de clima quente com capacidade de adaptação a temperatura mais amena (OLIVEIRA et al., 2018). Diferente da alface, uma espécie pouco utilizada neste tipo de estudos devido a sua grande susceptibilidade a condições ambientais, o que a torna muitas vezes inviável (Tabela 1) (MATTE et al., 2021).

A beterraba (*Beta vulgaris*) também apresenta sensibilidade a diferentes herbicidas como o 2,4-D, flumioxazin, indaziflam e saflufenacil (Tabela 1). Diferente do pepino, a beterraba tem preferência por climas mais amenos e por isso, é preferencial que o seu uso como bioindicadora de herbicidas no solo seja realizado em épocas do ano com temperaturas mais baixas ou em regiões do Brasil com temperaturas mais baixas (DIAS et al., 2019; Diesel et al., 2019).

Embora apresenta baixa tolerância a condições ambientais, a alface mostrou-se altamente eficiente como bioindicadora de pyroxasulfone no solo apresentando resposta até mesmo nas concentrações mais baixas (MATTE et al., 2021). E isto, retoma a importância dos bioensaios na detecção de herbicidas no solo, porque pode ser utilizado para detectar até mesmo herbicidas com comportamentos desconhecidos, possibilitando de maneira simples bons resultados (DUQUE et al., 2020).

Espécie	Herbicidas	Dosagens	Solo	Variáveis analisadas	Referência
Arachis hypogaea	Tebuthiuron	0,0; 0,12; 0,24; 0,48; 0,72; 0,96; 1,2 kg ha-1 i. a.	Latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura franco-arenosa	Sintomas de fitointoxicação; Massa seca da parte aérea.	Ferreira et al. (2021)
Beta vulgaris	Flumioxazin Saflufenacil	0; 2,5; 5; 10; 25 e 50 g. ha-1	Mistura de areia e latossolo vermelho distroférrico	Sintomas de fitointoxicação; Altura das plantas; Massa seca da parte aérea.	Jonas et al. (2020)
	Indaziflam	0; 6,25; 12,5; 25; 50; 75; 100% da dose recomendada pelo fabricante	Latossolo vermelho distroférrico	Altura das plantas; Sintomas de fitointoxicação	Dias et al. (2019)
	Saflufenacil	29,4 g ha-1	Latossolo vermelho distroférrico	Estande de plantas; Altura; Sintomas de fitointoxicação	Diesel et al. (2019)
	2,4-D	0; 3; 6; 12; 22,5; 47; 94; 187,5; 375 e 750 g ha-1	Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico de textura argilosa e areia	Sintomas de fitointoxicação; Altura das plantas; Matéria seca total.	Santos et al. (2013)
Citrullus lanatus	Diclosulam Metribuzin	1/8D, 1/4D, 1/2D e D= dose recomendada pelo fabricante	Franco-argilo-arenoso	Comprimento da planta; Comprimento da raiz; Volume da raiz; Massa seca das plantas; Massa seca da raiz.	Ribeiro et al., (2019)
Cucumis sativus	Ethoxysulfuron	0; 18,75; 37,5; 75; 112,5 e 150 g ha-1	Latossolo vermelho-amarelo	Sintomas de fitointoxicação; Altura das plantas; Altura da parte aérea e da raiz.	Oliveira et al. (2018)
	Mesotrione	12,5; 25; 50; 75 e 100%	Latossolo vermelho de textura argilosa	Sintomas de fitointoxicação	Mendes et al. (2015)
	Tebuthiuron	750 e 600 g ha-1	Latossolo Vermelho-Amarelo	Sintomas de fitointoxicação	Silva Júnior (2018)
	Hexazinone Diuron + Hexazinone + Sulfometuron	0; 12,5; 25; 50; 100% da dose recomendada pela fabricante	Latossolo Vermelho de Textura Argilosa	Sintomas de fitointoxicação;	Inoue et al. (2012)
	Diuron				
	Diuron + Hexazinone				

Cucurbia moschata	Bentazona Atrazina	0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; e 100,0 mg kg-1	Substrato inerte areia lavada	Sintomas de fitointoxicação; Comprimento das plantas.	Vechia et al. (2021)
Glycine max	Dicamba	0; 4,5; 9,0; 18,0; 36,0; 54,0; 72,0; 108,0; 144,0; 216,0 g i.a ha-1	Substrato inerte areia lavada	Sintomas de fitointoxicação; Massa seca da parte aérea	Aguiar et al. (2019)
Lactuca Sativa	Pyroxasulfone	0, 3.1, 6.2, 12.5, 25, 50 e 100 g i.a. ha-1	70% de areia, 23% de argila e 7% de silte	Sintomas de fitointoxicação, Altura e comprimento de raiz, Biomassa fresca total (Parte aérea + Raiz)	Matte et al. (2021)
Paphanus sativus	Bentazona Atrazina	0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; e 100,0 mg kg-1	Substrato inerte areia lavada	Sintomas de fitointoxicação; Comprimento das plantas.	Vechia et al. (2021)
Phaseolus vulgaris	Dicamba	0; 4,5; 9,0; 18,0; 36,0; 54,0; 72,0; 108,0; 144,0; 216,0 g de e.a ha-1	Substrato inerte areia lavada	Sintomas de fitointoxicação; Massa seca da parte aérea.	Aguiar et al. (2019)
Triticum aestivum	Dimethenamid	0, 25, 50, 75 e 100% i.a ha-1 da dose recomendada pelo fabricante	Eutrófico franco-argilo-arenoso e distrófico argiloso	Sintomas de fitointoxicação; Comprimento das plantas. Diferença de solo (Não houve influência)	Duque, Maciel e Santos (2020)
Sorghum bicolor	Indaziflam	0; 0.06; 0.12; 0.25; 0.5; 1; 2; 3; 5 e 10 g ha-1	Substrato inerte	Sintomas de fitointoxicação; Matéria seca das plantas.	Braga et al. (2020)
Zea mays	Clomazona	0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; e 100,0 mg kg-1	Substrato inerte areia lavada	Sintomas de fitointoxicação; Comprimento das plantas.	Vechia et al. (2021)

Tabela 1: Estudos de espécies bioindicadoras realizados nos últimos dez anos.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os herbicidas constituem a principal forma de manejo para plantas daninhas no Brasil e no Mundo, herbicidas como glyphosate, 2,4-D e atrazine tem bom desempenho no controle muitas espécies daninhas. A resistência por parte das plantas daninhas têm sido a principal responsável por estudos com a finalidade de desenvolver novas moléculas com diferentes mecanismos de ação capazes de controlar essas espécies.

Independentemente do mecanismo de ação, local de aplicação ou cultura utilizada, os herbicidas tem como destino o solo e pode apresentar comportamentos variados, sendo que sua permanência por períodos muito longos pode ocasionar problemas a culturas sucessoras e até mesmo contaminação ambiental.

O monitoramento de herbicidas no solo por meio de bioensaios tem conquistado cada vez mais espaço no Brasil, por se tratar de um método simples e com baixo custo de utilização o que permite o seu uso em diferentes regiões do país por pequenos e grandes produtores. Espécies como o pepino (*Cucumis sativus*) favorecem a detecção de herbicidas por meio de bioensaio por atender condições ambientais em diferentes regiões do Brasil diante de seu clima predominantemente quente e, por isso, o bioensaio e um método promissor na detecção de herbicidas no solo.

REFERENCIAL

ADEGAS, F. S. *et al.* Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: **Embrapa Soja**, p. 11, 2017. Circular Técnica 132.

AGUIAR, A. C. M. de. *et al.* Seleção de espécies indicadoras de resíduos de dicamba no solo. **Revista Agrarian**, v. 13, n.48, p. 187-194, 2020. DOI: 10.30612/agrarian.v13i48.10015

BARCELLOS JÚNIOR, L. H. *et al*. Espécies indicadoras de resíduos de saflufenacil em solos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p. 1-7, 2019. DOI: https://doi.org/10.7824/rbh.v18i2.653.

BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. Ed**. 1, Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.

BRAGA, D. F. *et al.* Leaching of sulfentrazone in soils from the sugarcane region in the northeast region of Brazil. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 161-169, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100017.

BRAGA, R. R. *et al.* Selection of vegetable indicators of indaziflam residues in soil. Revista **Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n.2, e7737, 2020. DOI: DOI:10.5039/agraria.v15i2a7737.

BRITO, T. P. et al. Determinando metanfetamina na urina por polímero impresso molecularmente espectrometria de massa de ionização por spray de papel assistida. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 32, n. 2, p. 269-276, 2021. DOI: https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200177.

CRUZ, J. F. Eficiência agronômica de atrazine no controle de capim-navalha e capim-capeta. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.13, 2021.

Diário Oficial da União. **Ato CGAA nº 48 de 17 de agosto de 2020**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Ed. 160, S.1, p.17, 20 ago. 2020. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/08/2020&jornal=515&pagina=17. Acesso em: 17 ago. 2021.

DIAS, R. C. *et al.* Seleção de espécies bioindicadoras para o herbicida indaziflam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n.1, e650, 2019. DOI: https://doi.org/10.7824/rbh.v18i2.650

DIESEL, F. *et al.* Bioensaio para Determinação da Persistência do Herbicida Saflufenacil em Latossolo. **Planta Daninha**, v.37, e019178636, 2019. DOI: 10.1590/S0100-83582019370100052

DUQUE, T. S. *et al.* Uso de bioindicadoras vegetais para identificação de resíduos de herbicidas no solo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e999998123, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8123.

DUQUE, T. S.; MACIEL, J. C.; Santos, J. B. dos. Potencial de Triticum aestivum como bioindicadora de herbicidas em solos contrastantes. **Revista Vozes dos Vales**, n.18, ano IX, p. 1-18, 2020. AGR: http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/volume-xviii/

FERREIRA, J. H. S. et al. Seleção de espécies bioindicadoras da presença de tebuthiuron no solo. **Agrarian**, v. 14, n. 52, p. 203-212, 2021. DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i52.13276

GOGGIN, D. et al. 2, 4-D resistance in wild radish: reduced herbicide translocation via inhibition of cellular transport. **Journal of experimental botany** 67, n. 11, 2016. DOI: 10.1093/jxb/erw120

GOZALA, T. et al. EFFECTS OF 2,4-D HERBICIDE ON SPECIES OF THE Digitaria GENUS. **Planta Daninha,** v37:e019220694, 2019.. DOI: 10.1590/S0100-83582019370100131.

HOSSEINI BAI, S.; OGBOURNE, S. M. Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n.19, p. 18988-19001, 2016. DOI: 10.1007/s11356-016-7425-3

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Químicos e Bioquímicos: Vendas por classe de uso.** 2019a. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=5. Acesso em: 05 out. 2021.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Agrotóxicos**. 2019. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos. Acesso em: 28 ago. 2021.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Agrotóxicos**. 2019b. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos. Acesso em: 28 ago. 2021.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Químicos e Bioquímicos: Vendas por UF. 2019c.** Disponível em: http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=5. Acesso em: 05 out. 2021.

INOUE, M. H. *et al*. Seleção de bioindicadores para herbicidas residuais aplicados em pré-emergência.

Revista de Ciências Agro-Ambientais, v. 10, n. 2, p. 173-182, 2012. https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100017Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274696472_Selecao_de_bioindicadores_para_herbicidas_residuais_aplicados_em_pre-emergencia. Acesso 15 ago. 2021.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Um país de cabeça branca**. Ed. 81, IPEA Desafios do desenvolvimento: 2014.

JONAS, B. F. de S. *et al.* Seleção de espécies biondicadoras de resíduos de flumioxazina e saflufenacil no solo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e1379119486, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9486

LIMA, A. F.; SILVA, E. G. de A.; IWATA, B. de F. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: Uma revisão de literatura. **Revista Retratos de Assentamentos**, v. 22, n.1, p.50-58, 2019. DOI: http://10.0.97.227/2527-2594/retratosdeassentamentos/2019.v22i1.332

LIMA, I. B.; BOECHAT, L. G.; GUCKER, B. Glifosato no Brasil: Uso, contaminação aquática, efeitos ambientais e perigos para a saúde humana. **Caderno de Geografia**, v.31, n.1, p. 90-115, 2021. DOI 10.5752/p.2318-2962.2021v31nesp1p90.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151, 2011. DOI: https://doi.org/10.7824/rbh.v10i2.106

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: Mecanismos de ação**. Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2008, p. 34. (Documentos 227).

MATTE, W. D. et al. Bioindicators selection to monitoring pyroxasulfone mobility and persistence in soil. **Journal of Research in Weed Science**, v. 4, n. 2, p. 142-150, 2021. DOI: https://doi.org/10.26655/JRWEEDSCI.2021.2.1.

MELO, S. C. de *et al.* Alternativas de controle químico do capim-amargoso resistente ao glyphosate, com herbicidas registrados para as culturas de milho e algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n. 3, p. 206-215, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v16i3.556.

MENDES, F. K. *et al.* Seleção de plantas indicadoras para o monitoramento do mesotrione e metribuzin em solo argiloso. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.13, n.1, p.53-59, 2015. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol13-1/6_artigo_rcaa_v13n1a2015.pdf. Acesso 14 ago. 2021.

MENDES, K. F. *et al.* Metodologias para Estudos de Comportamento de Herbicidas na Planta e no Solo Utilizando Radioisótopos. **Planta daninha**, v.35, e017154232, 2017. DOI: 10.1590/S0100-83582017350100049.

NANDULA, V. K.; VENCILL, W. K. Herbicida absorção e translocação em plantas usando radioisótopos. **Weed Sci**, v. 63, p.140-151, 2015. DOI: https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00107.1.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. *et al.* BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas.** Ed. 1, Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021, p. 170-204.

OLIVEIRA, T. L. *et al.* Seleção de espécies bioindicadoras do herbicida ethoxysulfuron. **Revista de Ciências Agrárias**, v.61, p. 1-8, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2613

PERRUZO, F. T. et al. Efeito do Residual de Atrazina e Atrazina + Simazina em Soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.19, n. 1, p. 64-72, 2020. DOI: 10.5965/223811711912020064

REZENDE, A. L. *et al*. Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.19, n.4, p. 1-8, 2020. DOI: https://doi.org/10.7824/rbh.v19i4.742

RIBEIRO, S. R. de S. *et al.* Sensibilidade da melancia ao residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p.1-6, 2019. DOI: https://doi.org/10.7824/rbh.v18i2.669

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. **Research, Society and. Development**, v. 9, n.2, e32921990, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1990

SANTOS, D. P. dos. Determinação de espécies bioindicadores de resíduos de herbicidas auxínicos. **Revista Ceres**, v. 60, n.3, p. 354-362, 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300008

SOUZA, A. DOS S. *et al.* Leaching and carryover for safrinha corn of the herbicides imazapyr + imazapic in soil under different water conditions. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 287–298, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n202rc

SOUZA, R. G. de *et al*. Desempenho agronômico de soja, sob interferência de plantas infestantes. **Cultura Agronômica**, v. 28, n. 2, p. 194-203, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n2p194-203

TAKESHITA, V. *et al*. Effect of organic matter on the behavior and control effectiveness of herbicides in soil. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1–17, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100110

TANETANI, Y. et al. Action mechanism of a novel herbicide, pyroxasulfone. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.95, n.1, p.47-55, 2009. DOI: 10.1016/j.pestbp.2009.06.003.

TAVELLA, L. B. *et al.* Uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. **ACSA- Agropecuária Científica no Semi-árido**, v. 7, n.2, p. 6-12, 2011. DOI: http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v7i2.135

ULGUIM, A. R. et al. Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 48, n.1, p. 17-24, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000100003

VECHIA, J. F. D. *et al.* Determinação de plantas indicadoras de resíduos de bentazona, atrazina e clomazona no solo. **Ciência e Cultura**, v.17, e211707, 2021. DOI: https://doi.org/10.4322/1980-0029.132020

SOBRE AS ORGANIZADORAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS - Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. http://lattes.cnpq.br/0720581765268326; http://orcid.org/0000-0002-8908-2297.

GABRIELA SOUSA MELO- Técnica em Agronegócio pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR (2021), Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA, bolsista voluntária do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, CNPq (2021-2022). Tem experiencia nas áreas de fitotecnia, nutrição mineral de plantas, propagação vegetal, adubação, atuando principalmente na fruticultura. http://lattes.cnpq.br/8676317525625964.

BRENDA ELLEN LIMA RODRIGUES- Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA (2014), Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, CNPq (2021-2022). Tem atuação nas áreas de fitotecnia, nutrição mineral de plantas, propagação vegetal, substratos alternativos, atuando principalmente na fruticultura e floricultura. http://lattes.cnpq.br/3744642411826282; http://orcid.org/0000-0001-7542-3030.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

Desenvolvimento rural e processos sociais nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Atena Editora

Ano 2022

Desenvolvimento rural e processos sociais nas

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Atena Editora

Ano 2022